

ENCYCLOPÉDIE-RORET

MÉCANICIEN-FONTAINIER,

POMPIER ET PLOMBIER



AVIS.

Le mérite des ouvrages de l'**Encyclopédie-Roret** leur a valu les honneurs de la traduction, de l'imitation et de la contrefaçon. Pour distinguer ce volume, il porte la signature de l'Editeur, qui se réserve le droit de le faire traduire dans toutes les langues, et de poursuivre, en vertu des lois, décrets et traités internationaux, toutes contrefaçons et toutes traductions faites au mépris de ses droits.

Le dépôt légal de ce Manuel a été fait dans le cours du mois d'août 1857, et toutes les formalités prescrites par les traités ont été remplies dans les divers Etats avec lesquels la France a conclu des conventions littéraires.

MANUELS-RORET.

NOUVEAU MANUEL COMPLET

DU

MÉCANICIEN-FONTAINIER,

DU

POMPIER ET DU PLOMBIER,

CONTENANT

L'Art de découvrir et de faire jaillir les Fontaines; de diriger, d'assainir et de clarifier les Eaux. La Théorie des pompes ordinaires, des machines hydrauliques les plus usitées et celle des pompes rotatives. L'Art du plombier; la description des appareils relatifs à ces branches d'industrie.

PAR MESSIEURS

BISTON (VALENTIN), Architecte,

ET

JANVIER, Officier au corps impérial de la marine.

NOUVELLE ÉDITION,

Entièrement refondue et ornée de Figures.

PAR

M. F. MALEPEYRE.



PARIS

A LA LIBRAIRIE ENCYCLOPÉDIQUE DE RORET,

RUE HAUTEFEUILLE, 12.

1857.

PRÉFACE.



Dans aucun temps, peut-être, disions-nous lors des premières éditions de cet ouvrage, les circonstances n'ont été plus favorables pour publier un livre sur un sujet de mécanique appliquée; car la science des machines, de même que la physique et la chimie, a fait plus de progrès depuis cinquante années, en fait encore davantage aujourd'hui, que n'en ont jamais fait les arts libéraux du temps de Louis XIV. Si cela était vrai, à cette époque, que peut-on dire de ce qui se passe aujourd'hui où toutes les facultés humaines semblent dirigées vers l'industrie. On discute moins sur la métaphysique, on agite moins ces luttes d'esprit qui n'ont rien produit de positif; mais en même temps que la population augmente, on s'occupe davantage des réalités, des moyens industriels capables d'accroître nos ressources et nos jouissances.

Mais ce qui est vraiment digne de remarque, et en

même temps propre à encourager les industriels de toutes les classes, c'est que les plus ingénieuses machines, dans presque tous les genres, sont sorties d'une classe que n'a point aidée une éducation soignée, et que l'expérience éclairait mieux que cette foule de théories dont les auteurs s'attribuent cependant le mérite de tous les succès.

Nous nous abstiendrons de reprendre la mécanique des pompes à partir du moment où elle a commencé à offrir des avantages à l'industrie humaine; il faudrait remonter bien loin, 120 ans avant Jésus-Christ, au temps de Hiéron l'Ancien, un des premiers physiciens célèbres, ou à l'époque où *Ctésibius* vivait, 130 ans avant Jésus-Christ; à Archimède, 287 ans avant Jésus-Christ, et même, relativement à la partie de la physique qui y a plus ou moins de rapport, au temps d'Aristote, de Platon, et de Pythagore, qui vivait 600 ans avant Jésus-Christ.

Hiéron l'Ancien inventa la fontaine connue sous le nom de *fontaine de Hiéron*. Il avait déjà connaissance de la pression qu'exerce l'air.

On doit à Archimède la vis sans fin, notre meilleure machine hydraulique, etc.

Après avoir donné des aperçus généraux sur la nature du liquide qui fait l'objet principal de ce volume, nous avons été dans l'obligation de redire sur les pompes ordinaires ce que personne n'ignore. Ensuite, sans nous écarter de ce principe, qu'il s'agit de se faire entendre par la classe ouvrière, celle qui ne veut point de calculs compliqués qui puissent lui dépenser de précieux moments, nous nous sommes arrêtés sur

toutes les pompes nouvelles, et principalement sur les pompes circulaires ou rotatives qui, depuis quelque temps, ont eu beaucoup de succès dans l'industrie.

Enfin, relativement à l'art du plombier, nous donnons les procédés les plus usités pour le traitement du plomb et les progrès qu'a faits cette branche de l'industrie jusqu'à nos jours.

Cette édition ne s'arrête pas là : un traité aussi important à lui seul que pouvait l'être l'ensemble de tout notre travail antérieur, vient initier les fontainiers-mécaniciens à tous les secrets de l'art du fontainier sondeur de fontaines jaillissantes. L'expiration des brevets d'invention, d'une part, et des documents nouveaux de l'autre, nous ont permis de donner en détails les procédés connus pour le forage des puits artésiens. Nous avons aussi analysé, examiné, décrit toutes les expériences sur les terrains susceptibles de fournir des eaux jaillissantes et de reconnaître la quantité de ces eaux ; et comme il n'était pas moins utile de propager les moyens de clarifier et d'épurer ces eaux, nous avons, dans un chapitre spécial, traité de l'art du fontainier en ce qui touche la manière de confectionner les meilleures fontaines filtrantes et désinfectantes ; remplissant ainsi une lacune que des circonstances indépendantes de notre volonté nous avaient forcé de laisser dans notre premier travail.

Une fois entré dans cette voie d'amélioration, nous avons pensé que tout l'ouvrage devait s'en ressentir, et nous l'avons revu, afin d'ajouter à chaque partie tout ce que le génie de la mécanique a mis au jour, tout ce que les découvertes nouvelles ont apporté

de modification à l'art du pompier et du plombie:
De là, des notions sur les ciments romains, sur le zin
sur son emploi, sur les pompes nouvelles et sur le
autres machines hydrauliques qui n'étaient pas con
nues, ou qui l'étaient sous des conditions que noy
devions respecter, puisqu'elles touchaient au droi
sacré de propriété.

NOUVEAU MANUEL COMPLET

DU

MÉCANICIEN-FONTAINIER

POMPIER, PLOMBIER.

PREMIÈRE PARTIE.

DE L'ART DU MÉCANICIEN-FONTAINIER.

CHAPITRE PREMIER.

Des Fontaines simples et composées, filtrantes et désinfectantes.

Le mécanicien-fontainier est presque toujours pompier et plombier, mais on peut être pompier ou plombier sans être fontainier; et, comme nous voulons faire un traité complet de ce qui concerne ces trois branches d'une même industrie, qui peuvent chacune séparément occuper l'existence d'un homme, nous diviserons ce traité en trois parties, de manière que le simple pompier ne soit pas obligé de lire les préceptes applicables au fontainier, et réciproquement.

Le fontainier-mécanicien a deux missions importantes : découvrir l'eau, l'assainir et la distribuer.

§ 1. FONTAINES PORTATIVES.

L'art du fontainier intéresse au plus haut degré la santé publique et les jouissances de tous les habitants des villes, qui, sans lui, seraient souvent obligés d'user d'une eau bourbeuse ou infecte.

Pendant l'été, la fontaine assainit, rafraîchit l'eau qu'on y dépose en sortant de la rivière ou de la citerne; pendant l'hiver, elle la dégage du limon jaune qui s'attache aux vases de cristal ou de terre : aussi l'industrie des fontainiers a-t-elle pris des développements extraordinaires, et la clarification des eaux est-elle devenue l'objet de l'attention générale. Il n'est pas de ménage qui n'ait aujourd'hui sa fontaine plus ou moins perfectionnée.

On ne s'est pas borné aux fontaines portatives des classes moyennes; le riche, l'industriel en grand veulent tantôt découvrir des fontaines naturelles pour les amener dans leurs parcs, leurs jardins, leurs prairies, leurs usines; ils veulent faire monter les eaux partout où le besoin s'en fait sentir, et cela exige des travaux difficiles qu'il ne faut entreprendre qu'avec une extrême circonspection.

C'est dans ces travaux surtout que le fontainier doit employer tous les secrets de son art; car des tuyaux mal dirigés, des bassins mal placés peuvent gâter les appartements, les édifices, et rendre inhabitables des maisons construites à grands frais. Tout ce que nous dirons des tuyaux, des bassins des plombiers, s'applique aux fontainiers; mais les fontainiers ont, en outre, à bien étudier l'effet des eaux sur la pierre, sur les murailles, l'effet de la gelée, de la chaleur sur les conduits, sur les bassins, l'emploi des mastics, des ciments qui servent à former les réservoirs en pierre, en brique, en verre, suivant les lieux où ils doivent être placés. Ils ont des opérations tellement vastes qu'on en voit quitter le nom de fontainier pour prendre celui d'ingénieur civil; et en effet, celui qui fait pénétrer la sonde jusqu'au centre de la terre, pour obtenir une fontaine jaillissante, n'est-il pas un véritable ingénieur? Le titre ne fait rien à l'affaire : toujours est-il que ce sont les ouvriers fontainiers qui appliquent les règles de l'art au sondage des puits artésiens, et qu'ils en font tous les jours une application digne de l'attention universelle. Nous nous occupons dans les paragraphes suivants de tout ce qui concerne la filtration des eaux, la construction et la conservation des réservoirs ou bassins; nous donnerons dans d'autres les règles que doit suivre le fontainier intelligent

pour découvrir, choisir les sources d'eau potable ou minérale, et les amener à la surface de la terre ou les élever au-dessus du sol.

§ 2. DES FONTAINES SIMPLES.

On faisait autrefois les fontaines en cuivre étamé sans filtre, ce qui n'était pas sans danger, car l'étamage n'empêche pas le vert-de-gris de pénétrer tôt ou tard jusqu'à l'eau. On en fit plus tard en plomb, en étain, qui n'étaient pas non plus sans danger. Les premiers filtres furent imaginés par un M. Ami, qui employait concurremment le sable et les éponges. La pierre à filtre, telle qu'on l'emploie aujourd'hui, et le charbon surtout, sont infiniment meilleurs. On est arrivé sous ce rapport à de grands perfectionnements.

La fontaine en grès, entourée d'osier, a été longtemps un meuble de cuisine; et quoiqu'on y ait ajouté du sable et du charbon, ce qui l'améliore notablement, elle commence néanmoins à disparaître du ménage domestique.

§ 3. FONTAINE A FILTRE ET A GLACE.

Ce n'est pas assez aujourd'hui que d'obtenir de l'eau limpide, on veut encore qu'elle soit fraîche et même qu'elle soit glacée. On comprend de suite que pour avoir de l'eau glacée, c'est-à-dire à peu près arrivée à l'état de congélation, il faut adapter à côté du filtre un réservoir en plomb ou en zinc, dans lequel on met de la glace : cela est fort bien pour certains amateurs qui veulent en tout se distinguer. Laissons aux fontainiers le soin de déterminer la place et la forme de ces réservoirs qui compliquent inutilement les fontaines et les rendent moins portatives. On pourrait se borner à dire aux partisans de l'eau glacée : glacez-en sur votre table : un seau élégant maintiendra la fraîcheur pendant tout le repas; cela vaudra mieux que de l'eau tirée d'une fontaine glacée.

Quant à ceux qui n'ont pas de glacières, ils peuvent mettre leurs fontaines à la cave ou dans un lieu frais. Ils pourraient aussi faire confectionner la fontaine imaginée par le docteur Soller d'Altkirch, dont nous allons donner la composition. (*Voyez* aussi les § 5 et 6).

§ 4. FONTAINE SOLLER.

Cette fontaine est formée d'un cylindre creux dans lequel est le filtre; elle se met en terre à une profondeur qui dépend du degré de fraîcheur que l'on veut donner à l'eau.

Un tuyau appelé conducteur se pose au fond du cylindre, et est percé de trous à son extrémité inférieure pour donner passage à l'eau. Il y a parallèlement à ce tuyau un tube placé verticalement, que M. Soller appelle excrétoire. Les choses ainsi disposées, on met au fond du cylindre des cailloux, du cailloutis et du gros sable, par lits, de manière que les plus gros soient au fond; puis on remplit le cylindre de sable fin et lavé jusqu'à ce qu'il ne reste plus qu'un vide de 6 à 10 centimètres qu'il faut combler avec une couche de gros sable, une de sable plus fin et une de gros cailloux.

Il est à remarquer qu'une couche de cendres lessivées, et lavées à plusieurs reprises pour lui enlever tout le sel de potasse, produit autant d'effet que le charbon en poudre et épargne beaucoup de sable. Mettez-en une couche de 7 à 8 centimètres.

Cette opération faite, on adapte à la fontaine le couvercle dans lequel on a ménagé deux trous pour le tube et l'excrétoire; ces deux trous servent aussi à maintenir verticalement ces deux pièces essentielles de l'appareil; on ferme solidement le couvercle avec un mastic à l'épreuve de l'eau, puis on place près de la fontaine ainsi construite un réservoir d'eau en pierre, bois, brique ou ciment romain, ayant soin que le niveau de ce réservoir soit élevé d'au moins 18 centimètres au-dessus du niveau de l'eau qui doit sortir par les robinets adaptés aux deux tubes. Ce réservoir est muni d'un tuyau ajusté près de son fond, et dont l'extrémité inférieure est adaptée au conducteur. Ce tuyau porte un robinet à l'aide duquel on modère ou accélère à volonté le courant d'eau.

L'eau à filtrer passe par le conducteur au fond de la fontaine, où elle dépose une grande partie de la vase qu'elle contient; les matières bourbeuses les plus déliées s'engagent dans le filtre, et l'eau fraîche et limpide sort par le robinet du tuyau au-dessus du couvercle.

On nettoie de temps en temps le filtre en ouvrant le robinet du conducteur et celui du tube excrétoire; l'eau chargée de bourbe sort alors par ces robinets.

M. Soller ajoute qu'on peut, avec ce système, établir des sources artificielles d'eau parfaitement claire près des riviè-

res ou ruisseaux qui n'ont pas une eau pure. On le pourrait également près d'une mare ou d'une citerne, pourvu qu'il soit possible de maintenir les eaux au-dessus de l'emplacement du cylindre. Cela se peut toujours, puisque l'un des principaux avantages de cette fontaine est de pouvoir être enterrée plus ou moins, afin de donner une eau aussi fraîche que limpide.

On obtient difficilement une construction intelligente de cette fontaine, parce qu'elle sort des idées reçues, et qu'il est toujours malaisé de faire faire à un ouvrier, d'une manière satisfaisante, ce qu'il n'a pas encore fait : cette fontaine est cependant combinée de manière à rendre de bons services.

§ 5. FONTAINES FILTRANTES DE SMITH, CUCHET, DENIS MONTFORT, ETC.

Smith, Cuchet et Denis Montfort ont inventé plusieurs appareils ingénieux pour filtrer les eaux : ils peuvent être en bois, en pierre ou en terre cuite; leur forme extérieure est cylindrique ou conique, à base quadrangulaire ou circulaire, à volonté : on peut se servir tout simplement d'une futaille. Il suffit d'élever l'appareil, quel qu'il soit, sur un trépied en bois d'environ trente-trois centimètres de hauteur, afin d'en pouvoir tirer l'eau avec facilité.

A 14 ou 17 centimètres du fond, est une première séparation en métal ou en grès, percée d'une multitude de petits trous comme une écumoire; elle est exactement lutée contre les parois intérieures de la fontaine. On place un robinet au fond du vase pour pouvoir retirer toute l'eau contenue dans l'espace ménagé au-dessous de cette séparation. Un petit tuyau de 14 à 18 millimètres de diamètre, descend du haut le long des encoignures intérieures de la fontaine, et vient aboutir dans cet intervalle. C'est par là que s'échappe ou arrive l'air, lorsqu'on remplit ou qu'on vide cette capacité.

On met d'abord sur cette première séparation un tissu de laine, et par-dessus une couche de grès pilé, d'environ 55 millimètres d'épaisseur. On forme ainsi une couche de 33 centimètres, plus ou moins, selon la profondeur de la fontaine, avec un mélange de poudre grossière de charbon de bois et de grès pilé très-fin et bien lavé. A défaut de grès, on peut employer du sable fin de rivière. On a soin de comprimer fortement cette couche, afin que l'eau qui doit la traverser reste longtemps en contact avec le charbon. Par-dessus cette couche on en met une troisième de sable et de grès

pilé, de 55 millimètres d'épaisseur, et l'on recouvre le tout d'un plateau ayant la forme exacte de la fontaine, parfaitement luté dans son contour. Ce plateau en grès ou en pierre est percé vers son milieu de trois ou quatre trous de 27 millimètres.

On place sur chacun de ces trous des champignons en grès, dont la tige creuse est percée de petits trous : la tête de chaque champignon est enveloppée d'une éponge. L'eau, en traversant les éponges, se débarrasse déjà des substances qui n'y sont que suspendues. On a soin de laver ces éponges de temps en temps.

Un petit tuyau en plomb va de ce plateau à la partie supérieure de la fontaine. Sa fonction est de donner issue à l'air contenu dans les couches de matières filtrantes, à mesure que l'eau les pénètre.

Indépendamment de ces fontaines portatives destinées aux particuliers, ces savants avaient imaginé un établissement en grand d'où sortent maintenant presque toutes les eaux nécessaires aux établissements publics de Paris, et qui en fournissent même à toutes les maisons qui désirent en avoir. Voici quelques détails qui ne sont pas sans intérêt.

En entrant dans la cour de l'établissement de Smith pour la filtration en grand des eaux de Paris, on aperçoit à droite d'immenses cuves en bois, de 5 mètres de diamètre sur 4 mètres de hauteur, de la contenance chacune de 1,050 hectolitres. Elles reçoivent l'eau de la rivière, qui y est amenée par trois corps de pompe mus par un manège. L'eau est prise au milieu de la rivière et amenée à l'établissement par un aqueduc de 100 mètres de long. C'est dans les cuves que l'eau de la rivière commence à déposer le limon dont elle est chargée. Pour bien comprendre le mécanisme de cette opération préparatoire, il faut supposer d'abord que les cuves sont vides. On commence par en remplir une que nous désignerons par le nº 1 ; on remplit ensuite le nº 2, puis le nº 3 ; lorsque celle-ci est pleine, on fait monter l'eau du nº 1 dans les filtres dont nous allons parler, et lorsque le nº 1 est vide, on fait passer dans les filtres l'eau du nº 2, et ainsi de suite. Pendant ce temps, on remplit de nouveau le nº 1, après avoir fait sortir le limon qui était déposé au fond de la cuve. On conçoit que, par cet arrangement successif, il y a une cuve toujours pleine dont l'eau dépose son limon, une dont l'eau monte dans les filtres, et la troisième dans laquelle arrive l'eau de la rivière. Chaque cuve peut se remplir en trois heures.

La partie la plus importante et la plus curieuse de cet éta-

blissement est la salle aux filtres; elle est placée au second étage de la maison, et toute l'eau des cuves dont nous venons de parler est montée dans cet étage où elle est purifiée. Le même manège, qui fait mouvoir les trois corps de pompe qui aspirent l'eau de la rivière, met en mouvement trois autres corps de pompe qui prennent l'eau dans les cuves et la portent dans la salle aux filtres.

Cette salle a 29 mètres de long sur 10m.66 de large. La fontaine en cascades, où l'eau arrive par un tuyau, fait face à la porte d'entrée. L'eau descend en cascades dans les trois bassins inférieurs, et se rend, par le trop-plein du dernier bassin, dans des canaux qui font tout le tour de la salle, ainsi que dans des conduits semblables qui sont dans le milieu. Les canaux communiquent ensemble par des tuyaux en plomb, de sorte que, par ce moyen, l'eau fait tout le tour de la salle et la traverse dans son milieu. De ces canaux l'eau tombe dans des filtres, et, après qu'elle les a traversés, elle se rend dans deux immenses cuves semblables à celles qui sont dans la cour.

Les filtres sont des caisses prismatiques, doublées en plomb, qui reçoivent chacune l'eau que fournissent quatre à cinq tuyaux. Chacune de ces caisses est construite intérieurement comme les filtres de Smith et Cruchet; elles ont un double fond percé de trous, sur lequel est une couche de gravier de 27 millimètres d'épaisseur, puis une forte couche de charbon mêlé de petit sablon; le tout est couvert d'une couche de gravier de 27 à 55 millimètres.

L'eau se rend d'abord dans des vases en plomb qui ont la forme de bouteilles couchées, solidement fixées dans les canaux. Ils soutiennent chacun une éponge qui arrête une grande partie des saletés que l'eau entraîne. Ces éponges sont changées toutes les deux ou trois heures et lavées avec soin. Un ouvrier est constamment occupé à cette opération.

L'invention des fontaines dépuratives, à cause de leur prix élevé, n'a pas fait disparaître les fontaines domestiques que l'on voit dans tous les ménages. Nous les distinguerons en trois sortes différentes : 1° celles des pauvres ; 2° celles des personnes qui vivent aisément de leur travail ; 3° celles des personnes plus favorisées de la fortune.

1° Un vase en grès d'environ 30 à 33 centimètres de diamètre, sur 83 centimètres à 1 mètre de hauteur, ayant la forme d'un cône tronqué renversé, légèrement conique, constitue cette fontaine. C'est absolument un *pot à beurre* qui contient ordinairement trois seaux d'eau. Il est surmonté d'un couvercle en grès ou en bois. L'eau y est mise en dépôt; on

la tire avec un pot ou une tasse, et l'on ne conçoit pas pourquoi l'on met au fond de 6 à 9 centimètres de sable de rivière, puisque ce vase n'a pas de robinet et que l'eau ne filtre pas à travers le sable. On sent que le prix de ces fontaines n'est pas élevé, et que c'est sans raison qu'on leur donne le nom de fontaines.

2° La fontaine de la seconde classe a la forme de la fontaine domestique qui a été décrite au commencement de ce paragraphe. Vers le tiers de la hauteur, est un diaphragme en grès percé de beaucoup de trous. On étend au-dessus un morceau de flanelle qui remplit toute la surface et lute bien les bords, on répand par-dessus 6 à 9 centimètres de sable fin de rivière.

Au tiers de la hauteur est encore placé un second diaphragme semblable au premier, et, comme lui, percé de beaucoup de petits trous. Un petit tube en plomb descend du bord supérieur jusqu'au-dessous du second diaphragme, afin de donner issue à l'air, qui remplit la capacité inférieure, lorsqu'il n'y a pas d'eau. Un couvercle en grès ferme le dessus de la fontaine.

Lorsqu'on verse l'eau sur le premier diaphragme, celui-ci la retient et l'empêche de tomber en masse sur le sable, ce qui ferait des creux et rendrait le filtre inégal. Par ce moyen, l'eau se tamise au travers du sable sur lequel elle dépose son limon et tombe dans la partie inférieure d'où on la tire par le robinet. Cette fontaine est ordinairement enveloppée d'un tissu en osier pour éviter les chocs ; elle est portée sur un trépied en bois.

3° La troisième espèce, qu'on nomme *fontaine filtrante*, est plus élégante. Elle a la forme d'un parallélipipède rectangulaire; elle est construite en pierre mince de 19 à 22 millimètres d'épaisseur, à grain fin, et dont la texture est serrée : on la nomme *pierre de liais*. On en fait aussi de très-belles en marbre poli. Les cinq plaques qui la forment sont unies par le mastic des fontainiers. Elle repose sur un trépied en bois, comme la précédente. Sa partie supérieure est ouverte, on la ferme avec une planche. Ces fontaines en pierres de liais sont peintes extérieurement de trois couches à l'huile, imitant le granit.

L'intérieur de la fontaine, vers le bas, est divisé en deux parties par deux plaques minces de *grès filtrant*, qui forment une chambrette de la contenance d'environ un seau d'eau. Un tube de plomb communique, comme dans la fontaine précédente, depuis le bord supérieur jusque dans la chambrette, et pour le même usage. Deux robinets en étain

sont placés au bas de cette fontaine, l'un correspond à la petite chambrette et donne l'eau filtrée, l'autre correspond à l'autre partie qui donne l'eau telle qu'on l'a mise dans la fontaine. On boit la première, on se sert de l'autre pour des usages plus grossiers et qui n'exigent pas une eau aussi limpide.

On remplit la fontaine d'eau : au bout d'un quart d'heure, la chambrette se trouve pleine d'eau très-limpide ; mais elle n'est pas dépurée comme celle qu'on retire des fontaines dépuratoires.

La vase qui salissait l'eau, se dépose sur les parois du grès filtrant, ce qui fait qu'on doit souvent nettoyer le bas de la fontaine : sans cette précaution, les pores du grès se boucheraient, et le filtre ne laisserait plus passer d'eau.

Depuis la première édition de cet ouvrage, de nouvelles améliorations et un nouveau luxe ont signalé ces fontaines à l'attention publique ; elles sont excellentes, mais il en est d'autres qui luttent contre elles avec avantage.

§ 6. FONTAINE FILTRANTE DE DUCOMMUN.

Ducommun a sensiblement amélioré les fontaines filtrantes de Smith et autres, dont il a été l'associé. Ses filtres à charbon ont la double propriété de clarifier les eaux troubles et de désinfecter les eaux corrompues.

Les fontaines Ducommun joignent au mérite de bien filtrer, celui d'une forme élégante qui permet de les mettre dans les vestibules et les salles à manger. Elles ont tantôt la forme d'une colonne, tantôt celle d'un pilastre ou d'un vase : elles sont soit en grès, soit en pierre, soit en marbre. Leur prix est de 24 à 80 francs, selon leur étendue ; celles de marbre coûtent de 90 à 150 fr.

Les filtres dépurateurs ne sont pas susceptibles d'altération par eux-mêmes : la durée de leur service se prolonge par l'attention de ne les employer qu'à l'usage auquel ils sont destinés, et par la précaution de n'y passer que les eaux les moins mauvaises. Le seul soin qu'ils exigent est celui d'une grande propreté.

Le filtre est maintenu et recouvert par un diaphragme mastiqué autour du vase : une éponge se trouve placée dans le centre. L'eau ne s'introduit dans le filtre qu'en la traversant. On lave cette éponge aussi souvent qu'il le faut pour éviter qu'elle ne s'obstrue de limon ; on enlève aussi, de temps en temps, avec une éponge, la vase déposée sur le diaphragme.

Il ne faut remettre l'éponge qu'après avoir répandu un peu d'eau dans le bassin supérieur, afin que l'air qui s'interpose entre le filtre et le diaphragme puisse s'échapper. Quelquefois la filtration se trouve arrêtée, parce que cet air n'a pas eu d'issue. L'eau le chasse dès qu'on ôte l'éponge, et le filtre reprend sa marche. Si dans quelques circonstances cela ne suffisait pas, il faudrait, pour remettre le filtre en train, souffler par le robinet en bouchant le bout du tuyau d'air qui communique au réservoir de l'eau filtrée.

Si le mastic qui joint le diaphragme au vase s'en trouvait détaché, il faudrait faire sécher le vase, puis passer un fer chaud sur le mastic en le ramenant vers les parois du vase. Ce mastic devient solide dès qu'il est froid, on ne doit pas en employer d'autre.

Si l'eau refusait de devenir claire, par l'effet des ballottements ou des secousses que la fontaine aurait reçus en voyage ou autrement, on remplirait constamment d'eau le bassin supérieur, et on laisserait longtemps marcher à robinet ouvert. Le filtre le plus maltraité se rétablit ainsi, quand il n'a pas éprouve d'avaries majeures.

Lorsqu'on ne sera pas dans le besoin de faire usage de l'eau filtrée, ni de se servir de la fontaine, on aura soin de couler l'eau, de laisser le robinet ouvert et de laver les éponges.

Le robinet, pour être d'un service bon et durable, doit être graissé avec une pommade d'huile et de cire fondues ensemble; la clef du robinet doit être entretenue bien serrée.

Toutes les fontaines à filtre en poterie doivent être, durant les froids rigoureux, préservées contre la gelée, soit en les tenant dans des caves tempérées ou dans un lieu chaud, soit en les enveloppant d'une couverture de laine, lors même que la fontaine ne contient pas d'eau, parce que le filtre en retient suffisamment pour se geler et faire casser le vase.

§ 7. FONTAINE CASTELNAU.

M. de Castelnau a apporté récemment une heureuse modification aux fontaines domestiques filtrantes, dans le but de restituer à l'eau qui doit être employée comme boisson, l'air qu'elle a pu perdre dans l'opération du filtrage. On s'accorde généralement à penser, dit-il, que l'eau qui a été, par une cause quelconque, privée plus ou moins de l'air qu'elle tient en dissolution, est moins propre à être employée comme boisson; aussi, dans les localités où on boit de l'eau qui a été soumise à l'ébullition, a-t-on coutume de lui laisser ensuite le temps de s'aérer de nouveau, et même de hâter

ce moment par l'agitation. L'auteur admet qu'en passant à travers la terre poreuse qui constitue l'appareil de filtrage de la plupart de nos fontaines domestiques, l'eau perd une partie de cet air, qu'elle ne peut reprendre ensuite dans le réceptacle clos où elle séjourne, comme elle le ferait si elle était en communication libre avec l'atmosphère. Dans les fontaines de M. de Castelnau, cette communication se trouve établie. Une autre disposition de ces appareils a pour objet de hâter l'aérage en faisant que l'eau, qui a traversé la pierre filtrante tombe par gouttes, au lieu de ruisseler en filets dans le réceptacle inférieur.

Des Bidons.

Les bidons sont des filtres de voyage, sous forme de cylindre. Pour s'en servir, on ôte le gobelet qui emboîte la partie supérieure; ou l'adapte à la partie inférieure, afin de recevoir l'eau filtrée; on peut, si on aime mieux, suspendre le bidon par ses agrafes, et recevoir l'eau filtrée dans un autre vase.

La première eau arrive lentement et n'est pas la plus parfaite : on peut la repasser sur le filtre.

Si la filtration se ralentissait au bout d'un long service, on renverserait le bidon imprégné d'eau dans le temps de sa filtration. L'eau, sortant par le réservoir supérieur, entraînerait les saletés obstruantes.

Le tassement du haut en bas des matières filtrantes peut gêner la filtration. Pour détruire l'effet de ce tassement, on tient le bidon renversé sens dessus dessous, et on frappe à très-petits coups sur une table.

Des Boîtes à filtre.

Elles se nomment ainsi, parce que le filtre est contenu dans une boîte de plomb ou de pierre. Elles se placent dans un tonneau ou dans un bassin quelconque : elles portent une cannelle dans la partie inférieure, pour donner issue à l'eau; on fait ressortir la cannelle par un trou pratiqué dans le tonneau, à la hauteur convenable. Il faut la luter avec des étoupes garnies d'un mastic fait de suif fondu et de blanc d'Espagne.

§ 8. APPAREIL DE FILTRATION ET DÉSINFECTION DES EAUX.

Les sieurs Maillard et Berry ont, en 1841, mis dans le commerce un appareil de désinfection des eaux, dont la description doit trouver ici sa place.

L'appareil qui sert à la désinfection se compose d'un cy-

lindre fermé hermétiquement, dans lequel se place un tube d'un diamètre égal au vide et d'une longueur moindre.

A la partie inférieure du cylindre se trouve un dégorgeoir; au côté opposé on fixe, à l'aide d'écrou et par une ouverture circulaire pratiquée à ce cylindre, un tuyau; à quelques centimètres de cette ouverture, on soude un robinet. La partie supérieure du cylindre est fermée par un couvercle avec des boulons. Au centre de ce couvercle on ajuste, par une ouverture qui y est pratiquée, un bout de tuyau qui va se joindre au robinet; il y a deux diaphragmes. La descente du tube au fond du vase est empêchée par un rebord circulaire qui se trouve pris entre le rebord du vase et le couvercle; le tuyau communique à un réservoir qui reçoit les eaux à désinfecter. Au fond du tube intérieur on place un tissu serré, tendu par un cercle de fer, sur lequel on étend une couche de 4 à 5 centimètres de charbon animal bien fin, puis 15 à 16 centimètres de poussier de charbon animal, mélangé de deux fois son volume de charbon végétal; au-dessus on en range une troisième composée d'un mélange de 10 parties charbon végétal pulvérisé, 5 parties charbon animal pulvérisé, et 2 parties et demie de chlorure de chaux ou autre chlorure alcalin; on met le diaphragme et l'on range dessus un lit d'éponge, ayant soin de ne pas boucher l'arrivée de l'eau avec elles: on ferme hermétiquement. Le temps que dure l'opération dépend de la qualité des eaux et de la grandeur de l'appareil.

Les eaux ordinaires de citerne, de mare ou de rivière, passent assez vite; celles qui sont chargées de matières animales passent lentement et nécessitent souvent le changement des tubes. La figure et les détails de cet appareil se trouvent dans le tome 43, page 249, de la *Description des machines et brevets d'invention.*

Lorsqu'il s'agit de désinfecter des eaux pour le ménage ou pour des opérations industrielles qui n'en exigent pas une grande consommation, on arrive assez facilement au même résultat au moyen d'un filtre qui peut s'adapter à toutes les fontaines ordinaires: 4 à 5 centimètres de charbon végétal, placés dans le fond d'un bassin troué comme un filtre à café, couverts d'un morceau d'étoffe de laine attaché aux bords du bassin, sur lequel on met une couche de sable très-gros, une de charbon animal et une de sable fin, toutes de 3 à 4 centimètres, forment un appareil simple, peu dispendieux et excellent. L'eau qui en découle passe ensuite dans le filtre de la fontaine et en sort aussi pure que celle qui nous vient du ciel.

Nous bornerons ici ce que nous voulons dire sur les fontaines domestiques avec ou sans filtration et épuration des eaux. Si nous avions voulu décrire tous les appareils qui ont été inventés pour cet objet, nous aurions considérablement grossi ce Manuel, mais sans grand avantage pour le lecteur, ce que nous avons dit étant parfaitement suffisant pour se former une idée du principe de ces appareils et des modifications dont ils sont susceptibles.

CHAPITRE II.

Des Sondages et Forages des Fontaines jaillissantes.

Les machines à l'aide desquelles on opère le sondage des puits artésiens ou fontaines jaillissantes, ont été perfectionnées par plusieurs ingénieurs, et notamment par MM. Garnier, Degousée, Mulot, Selligue, Kind, etc. C'est dans les ouvrages ou les travaux de ces ingénieurs que nous puiserons des détails et des exemples de ce que nous allons exposer.

§ 1. DES EAUX SOUTERRAINES.

La connaissance la plus précieuse du mécanicien-fontainier est celle des eaux souterraines et de la distance à laquelle elles se trouvent de la superficie du sol : connaissances un peu problématiques, quoi qu'en disent certains sondeurs, puisque la plupart d'entre eux se trompent fort souvent de 50, 100 et même 200 mètres. Il y a sous ce rapport des phénomènes inexplicables. Par exemple, trois sondages sont opérés très-près les uns des autres : les deux premiers ne produisent rien ; le troisième allait être abandonné, quand la sonde amena, de 35 mètres, une terre bleuâtre et très-collante : on l'a percée, et l'eau jaillit de suite jusqu'à la surface du sol.

Or, il est évident, dans ce cas, que ces eaux ne se sont élevées au jour que parce qu'on leur a donné la facilité de traverser la couche argileuse qui les retenait captives au-dessous de la masse calcaire traversée par trois sondages successifs. Mais comment le sondeur n'a-t-il pas prévu cette couche argileuse, et comment se fait-il encore que de deux forages effectués dans le même bassin, l'un donnera à 80 mètres une colonne d'eau abondante s'élevant de 4 à 5 mètres au-dessus du sol ; l'autre, arrivé à 120 mètres, ne produira que des cailloux et du sable sans la moindre trace d'humidité ?

Il faut remarquer, dit M. Garnier, que l'on ne peut trouver des fontaines montantes de fond dans le haut pays, qu'en établissant les travaux de recherche au fond des vallées qui y ont été creusées par l'action érosive des eaux, parce que s'ils étaient situés au-dessus du plus bas-fond de ces vallées, on augmenterait alors, à mesure qu'on s'élèverait sur leurs flancs, la distance qui existerait entre la surface à laquelle l'eau se tiendrait stationnaire et celle où seraient situés les travaux de sondage.

Il est évident que si l'on perce les couches argileuses, les eaux s'élanceront à partir de l'endroit où elles exercent leur plus forte pression, contre les couches de terrain qui les recouvrent, avec une vitesse dépendante de cette pression, et qu'elles s'élèveront à une hauteur d'autant plus grande, que la différence entre la vitesse qu'elles acquerraient, en raison de la hauteur totale du réservoir, et celle qu'elles ont au moment où elles se répandent au jour par des ouvertures naturelles, sera plus petite. Si elles n'avaient aucune vitesse, comme par exemple si elles étaient retenues dans le fond d'un bassin, elles s'élèveraient alors à une hauteur égale à celle qui existerait entre les points d'où elles commencent à s'infiltrer dans le sein de la terre, et ceux d'où elles commencent à s'élancer. D'un autre côté, pour que ces eaux jaillissent à la surface du sol, il faut qu'elles ne puissent pas se répandre toujours en profondeur, soit dans le calcaire crayeux, soit dans d'autres terrains inférieurs. Il faut donc que les terrains compactes se trouvent au-dessous de ce calcaire, ou que les parties inférieures de cette roche ne contiennent plus de fissures : or, c'est ce qui existe dans un grand nombre de localités. D'après de nombreuses observations recueillies dans divers endroits, et particulièrement à Valenciennes et à Monchi-le-Preux, près Arras, on a en effet pu se convaincre que des terres argileuses très-compactes se trouvent au-dessous du calcaire crayeux. M. d'Aubuisson, dans son *Traité de Géologie*, les comprend même dans la formation crayeuse qui consiste, à Valenciennes, en une alternative de couches de calcaire et d'argile. Ces argiles sont d'une formation plus ancienne que celles qui existent en bancs horizontaux au-dessus de la craie ; et quoiqu'elles paraissent avoir des caractères presque identiques avec ces dernières, leur gisement leur assigne cependant une place différente dans l'âge relatif des roches, lequel ne pourrait être apprécié, si l'on ne considérait que leurs caractères minéralogiques.

Les eaux se répandent, dans le département du Pas-de-Calais, à partir du haut pays, à l'aide des fissures sans nom-

bre dont sont traversées les couches de craie, qui, ayant entre elles différents points de communication, facilitent l'infiltration de ces mêmes eaux jusqu'au-dessous des terrains du bas pays. Quelques expériences faites à Béthune peuvent ajouter un nouveau degré de certitude à cette opinion, et donner la preuve que les eaux des fontaines jaillissantes des environs de cette ville, de Choques, de Lillers, etc., proviennent du pays supérieur, situé au sud-ouest. Ces expériences ont été faites sur deux fontaines creusées à Béthune, près de la place-d'armes, peu éloignées l'une de l'autre, et situées sur une ligne qui passerait par cette ville et celle de Saint-Pol.

Comme elles avaient pour but de déterminer quelle pouvait être la direction de la pente des eaux qui donnent naissance à ces fontaines, on a fait donner quelques coups de piston dans les buses de celle située au sud-ouest de la seconde. L'eau qu'elle produisit, au lieu d'être transparente, acquit une couleur laiteuse que lui donnèrent les pierres calcaires ramenées par la force d'aspiration. Presqu'au même instant, les eaux produites par la seconde fontaine acquirent aussi une couleur laiteuse. Or, ce fait très-simple ne peut avoir lieu que parce que les eaux de ces deux fontaines communiquent ensemble, et que leur pente se dirige du sud-ouest au nord-ouest. On remarque, en outre, que si l'ouverture de la première de ces fontaines est réduite de manière à ne laisser qu'une petite issue à l'eau qui tend à s'échapper avec une certaine force, par l'ouverture qu'on lui donne ordinairement, le même volume d'eau produit par la seconde fontaine est, dans un même intervalle de temps, beaucoup plus considérable.

Nous avons cherché à décrire la constitution géologique du Pas-de-Calais, parce que cette localité nous semble une des plus intéressantes à examiner pour avoir des idées précises des fontaines jaillissantes; mais afin de faire voir que les faits déduits de cette localité peuvent être généralisés, nous remarquerons que des fontaines jaillissantes, construites dans les environs de Boston, en Amérique, sont, comme celles du Pas-de-Calais, alimentées par des eaux qui proviennent du calcaire crayeux, et que des travaux exécutés à Scheerness, en Angleterre, au confluent de la Medway et de la Tamise, ont de même prouvé qu'il existait, à 320 mètres au-dessous, des bancs argileux, du calcaire crayeux, contenant des eaux très-pures et très-limpides. Aussitôt que l'on a percé la couche argileuse qui les comprimait, elles se sont élevées à la hauteur de 318 mètres; mais ensuite elles sont redescendues, et sont restées stationnaires à 60 mètres au-dessous de la surface du sol. Ce mouvement ascensionnel provient sans

doute de l'oscillation qu'elles ont éprouvée lorsqu'on a détruit la pression qu'elles exerçaient contre les couches argileuses superposées au calcaire. On peut, en effet, considérer le puits qu'on a ouvert comme une des branches d'un siphon dont les fissures souterraines forment l'autre branche. Le terrain traversé à Scheerness est, comme on sait, rangé dans la classe des terrains de nouvelle formation, et il a beaucoup d'analogie avec ceux qui recouvrent, dans le département du Pas-de-Calais, le calcaire crayeux. En effet, il est principalement composé de sables de diverses couleurs, mélangés de terre verte et de silex roulés, d'argile noirâtre très-tenace, et semblable à quelques variétés de celles que l'on voit dans les coupes de terrain dont nous avons fait mention. Souvent cette argile est mêlée de terre verte, de sable, et renferme quelquefois, avec des pyrites, des morceaux de calcaire.

Les mêmes terrains se sont trouvés à Saint-Denis aux bords de la Seine, à Grenelle, à Tours, à Orléans, et sans doute encore dans beaucoup d'autres localités où des forages de fontaines jaillissantes ont été effectués ou tentés.

Je dis effectués, parce qu'en effet ceux de Saint-Denis et de Tours ont donné des résultats très-satisfaisants ; je dis tentés, parce que les forages d'Orléans n'ont été suivis que de procès entre l'entrepreneur et le propriétaire qui avait traité avec lui, et que les marchés ont été résiliés après d'inutiles efforts pour arriver aux sources jaillissantes.

Cette circonstance où des intérêts pécuniaires graves étaient engagés, où des intérêts d'amour-propre et d'art n'étaient pas moins puissants, prouve encore une fois combien les calculs sur la découverte des eaux sont fautifs, et combien il faut se défier des promesses que font les chimistes ou plutôt les alchimistes hydrauliques, qui prétendent, à l'aide de leurs baguettes divinatoires et de leurs connaissances des métaux, indiquer des sources d'où l'on peut tirer des fontaines jaillissantes.

Ces sources existent partout ; vous ne pouvez frapper du pied sans fouler une source, mais à quelle distance est-elle ? voilà la question scientifique insoluble. Que produira-t-elle ? que coûtera-t-elle ? voilà deux autres questions d'intérêt pécuniaire ou industriel qu'il faut également résoudre approximativement avant d'entreprendre des travaux dispendieux. Je dis qu'il faut résoudre approximativement ces questions, parce que l'on ne peut exiger de personne un engagement précis sur de telles matières. Aussi, le fontainier prudent, qui veut traiter d'un forage et de tous ses accessoires, doit-il, dans l'estimation des frais de sondage, prendre ses coudées

franches; il faut, pour ne pas perdre, qu'il s'expose à gagner beaucoup. Le propriétaire, ou la commune qui traite avec lui, doit de son côté, s'attendre à ce que le sacrifice qu'elle veut faire sera excédé d'un cinquième ou d'un quart par des dépenses imprévues.

Le mécanicien-fontainier peut aisément évaluer tout ce qu'il en coûtera pour les tuyaux, les bassins, les moteurs quels qu'ils soient, et l'on doit à cet égard tenir rigoureusement à l'exécution des conventions arrêtées; mais, quant aux opérations du sondage, il doit toujours, dans les prix, y avoir quelque chose d'aléatoire de la part des parties contractantes.

Les traités se font ordinairement à tant le mètre de profondeur, depuis 1 jusqu'à 50, tant depuis 50 jusqu'à 100, et ainsi de suite, ou bien à forfait. Dans le premier cas, les chances sont partagées; dans le second, elles sont presque toutes contre l'entrepreneur fontainier; car, la personne qui traite avec lui connaît à l'avance le sacrifice qu'elle veut faire, et le fontainier ignore complètement ceux qu'il peut avoir à supporter. Cependant, comme il traite presque toujours en même temps avec plusieurs personnes, il faudrait un concours de circonstances bien extraordinaires, pour qu'il ne courût pas en même temps des chances de gain et de perte.

Ces notions préliminaires bien établies, nous allons maintenant nous rapprocher du centre de la France, pour généraliser nos idées; puis nous examinerons dans un paragraphe suivant ce qui concerne la salubrité des eaux; les terrains les plus propres à les fournir et les moyens les meilleurs pour les extraire ou les faire jaillir à la surface de la terre.

§ 2. DES EAUX SOUTERRAINES PRÈS PARIS.

M. Héricart de Thury a bien voulu nous transmettre quelques renseignements sur les différentes espèces de terrains qu'ont fait reconnaître les sondages entrepris près de Paris, à la barrière de Fontainebleau, et à la papéterie de Courtalin, près de Coulommiers, département de Seine-et-Marne; ces sondages tendent à prouver que les eaux les plus abondantes et les meilleures qu'on recherche dans le bassin de la Seine, mais bien au-dessous de cette rivière, sont situées dans le calcaire crayeux au-dessous de terrains dont les formations sont analogues à celles dont nous avons déjà parlé.

Dans le puits foré de la brasserie de la Maison-Blanche de la barrière de Fontainebleau, on a reconnu, sur une hauteur de 39m.50 les différentes couches de terrains qui recou-

vrent le calcaire crayeux dont le fond du bassin de Paris est formé.

Voici le détail de ces différentes couches de terrains :

Marnes calcaires et formation du calcaire marin.

Terre, sable et gravier.	3m.	82 c.
Marnes spatiques.	0	81
Marnes à coquilles marines.	1	22
Roches.	0	65
Haut banc.	0	65
Bancs exploités par les carriers.	2	60
Lambourdes.	3	41
Grand coquiller blanc.	2	53
Grand coquiller rouge.	2	08
Banc coquiller nacré.	1	46
Banc coquiller chlorité.	1	11

Glaises et sables de la formation des glaises.

Glaise bleue dite reteinte.	3	25
Glaise blanchâtre.	1	95
Glaise verdâtre.	1	95
Glaise grise-rouge panachée.	1	62
Glaise grise dite la belle.	1	62
Glaise noire pyriteuse.	0	97
Banc gris-noir pyriteux.	0	33
Sable siliceux-argileux, alternant avec des veines de glaise sableuse d'un gris noirâtre. .	7	47
	39	50

Immédiatement au-dessous de ces terrains existe la grande formation de calcaire crayeux dont l'épaisseur est inconnue.

Les eaux trouvées dans les couches argileuses, et réunies au fond d'un puits dont on a élevé la maçonnerie sur un fort rouet de charpente établi à peu près au milieu de la dernière couche de glaise noire pyriteuse reconnue, ne pouvant suffire aux besoins auxquels on les destinait, on résolut de pousser le sondage jusqu'à ce qu'on en pût trouver de plus abondantes. On passa d'abord un banc noir argilo-pierreux et pyriteux d'une très-grande dureté et de 33 centimètres d'épaisseur, et aussitôt qu'on l'eût traversé, la sonde, d'après les expressions de M. Héricart de Thury, « comme » si elle eût échappé des mains des ouvriers, glissa tout-à- » coup de 7m.47 de hauteur, ainsi qu'elle eût pu le faire si

» elle fût tombée ou si elle se fût perdue dans une fente pro-
» fonde; c'est à la manivelle qui était passée dans l'œil de
» la première tige, que ces ouvriers durent sa conservation:
» car, sans cet obstacle, qui l'arrêta au fond du puits où ils
» se trouvaient placés, elle fût probablement tombée à une
» plus grande profondeur, puisqu'ils ont déclaré: 1° que cette
» sonde, lorsqu'ils voulurent la retirer, leur paraissait tom-
» bée dans un vide; 2° qu'elle ne portait pas sur un terrain
» ferme ou solide par sa partie inférieure; et 3° qu'elle était
» agitée ou mise en mouvement ainsi qu'elle aurait pu l'être
» par un fort courant: ce ne fut qu'avec beaucoup de peine
» qu'ils parvinrent à la retirer; déjà l'eau les gagnait et gê-
» nait les manœuvres, mais aussitôt qu'ils eurent enlevé la
» sonde et qu'ils l'eurent entièrement dégagée de l'orifice du
» coffre, il jaillit tout-à-coup dans le puits, par-dessus leur
» tête, à près de 10 mètres de hauteur, un volume d'eau
» considérable, dont la force et l'abondance étaient telles,
» qu'ils eurent à peine le temps de se faire enlever, et qu'ils
» furent obligés de laisser au fond du puits, sondes, tiges,
» instruments, outils et tous les déblais du sondage. »

Si, au lieu de chercher des eaux centrales à l'aide des travaux dispendieux que l'on a entrepris à la barrière de Fontainebleau, on avait d'abord commencé les sondages à la surface du sol, et qu'on eût exécuté les travaux convenables en tout sondage de fontaine jaillissante, les ouvriers n'eussent été exposés à aucun danger; les eaux, retenues dans les buses, eussent constamment été limpides, et les dépenses n'eussent pas été comparables à celles que l'on a faites.

§ 3. SALUBRITÉ ET INSALUBRITÉ DES EAUX.

Lorsqu'on entreprend des sondages pour établir des fontaines jaillissantes, on rencontre quelquefois des masses d'eau considérables qui proviennent des couches supérieures au calcaire crayeux; mais ces eaux, dont le goût et l'odeur sont presque toujours désagréables, ne sont point celles qu'on veut obtenir. Elles n'éprouvent pas d'ailleurs une assez forte pression pour parvenir au jour, parce qu'elles ont simplement transsudé à travers les couches horizontales des terrains de nouvelle formation, et ne sont point descendues des lieux élevés d'où partent celles qui sont contenues dans les fissures du calcaire crayeux. Les premières eaux, en traversant les couches d'argile dans lesquelles se trouvent à peu de distance les uns des autres des groupes de pyrites ferrugineuses, sont totalement viciées, et ne peuvent être d'au-

cun usage. Aussi les travaux que l'on entreprend pour se procurer des fontaines jaillissantes ont-ils toujours pour but principal d'isoler ces eaux corrompues de celles qu'on rencontre dans le calcaire. Ces dernières sont ordinairement très-saines, très-légères, d'une limpidité parfaite, et n'éprouvant jamais de variations dans leur nature. Les différentes analyses chimiques auxquelles elles ont été soumises n'y ont fait connaître qu'une quantité presque inappréciable de sels à base de chaux, les seuls qui cependant pourraient en altérer la pureté.

Il y a sans doute des exceptions à cette règle, mais nous parlons pour les cas généraux. Les exceptions elles-mêmes ne frappent qu'au premier abord, et il arrive souvent que l'eau se modifie à mesure que les travaux se complètent; ainsi, on a observé à Tours, à Grenelle, que l'eau, au moment de son élévation subite, a été plus ou moins chaude, et qu'elle s'est refroidie; plus ou moins mêlée de glaise délayée de sable, de fragments de silex, et qu'elle s'est éclaircie; on ne peut donc avoir une idée bien précise de la qualité de l'eau que lorsque les travaux sont entièrement terminés et les tubes posés. On comprend, en effet, que tant que le tubage n'est pas complet, la compression de l'eau ascendante peut entraîner des matières étrangères à la nappe d'eau, qui en modifient singulièrement la qualité.

Les roches de calcaire situées au-dessous des terrains de nouvelle formation, sont les seules dans lesquelles on doit rechercher des eaux souterraines. Nous savons, en effet, qu'il suffit qu'une couche perméable soit contenue entre des couches sensiblement imperméables, pour donner lieu à des fontaines jaillissantes; et, d'après les faits que nous avons rapportés, on doit en conclure que si la couche perméable présente des affleurements dans des lieux élevés qui lui permettent de recevoir les eaux extérieures des pluies, des rivières et des ravins, et qu'ensuite elle se propage entre les couches imperméables, en descendant dans les lieux les plus bas, sans que ces eaux aient d'issue pour s'épancher au moins en entier; il suffira, pour obtenir dans ces lieux des fontaines montantes du fond et quelquefois jaillissantes au-dessus du sol, de percer la couche supérieure imperméable, et de garantir l'épanchement des eaux le long de la paroi du trou ascendant. Or, puisque ce sont là les conditions qu'il faut rencontrer pour obtenir de ces fontaines, on conçoit très-bien, d'après les différentes natures de terrains que nous connaissons, que *le calcaire est le seul dans lequel on devra rechercher des eaux souterraines*. Nous avons en effet montré

qu'en raison de son gisement, il se trouve souvent contenu entre des couches argileuses imperméables; que, de plus, les affleurements de ce calcaire paraissent souvent au jour dans les parties du pays les plus élevées, et qu'il se prolonge ensuite indéfiniment dans les lieux les plus bas; qu'enfin il est traversé dans toutes sortes de sens par des fissures sans nombre, qui permettent à l'eau de s'y répandre et d'y circuler avec une grande facilité. Nous citerons même encore, pour donner plus de poids à ce que nous avons avancé relativement à ces fissures, des observations faites par l'inspecteur général des mines, Gillet de Laumont. En examinant les grottes de Ramogne, situées dans le département de la Charente, il a reconnu qu'elles doivent leur origine aux deux rivières portant les noms de *Bandiat* et de *Tardoire*, dont les eaux se perdent dans les fentes de roches calcaires. Les excavations produites par ces rivières communiquent les unes aux autres, et on peut les parcourir sous terre pendant l'espace d'un myriamètre. Elles renferment des ruisseaux capables de faire tourner des moulins, des grottes et des cavités immenses, dans lesquelles l'infiltration des eaux produit des stalactites (1) et des stalagmites (2) gigantesques. En entraînant continuellement avec elles des parties calcaires, elles augmentent ces cavités et produisent quelquefois des éboulements considérables. Ces eaux donnent ensuite naissance, à quelques kilomètres de là, dans une vallée inférieure, à plusieurs fontaines jaillissantes naturelles, au-dessus de quelques flaques d'eau qu'elles alimentent, et sortent à peu de distance au pied d'un rocher très-élevé, pour former la rivière de Touvres, qui, à 2,400 mètres de sa source, fait tourner 12 à 15 roues hydrauliques de la belle fonderie à canons de Ruelle, près d'Angoulême. Un autre fait que l'on remarque dans le département du Pas-de-Calais, et qui a de très-grands rapports avec ceux que nous venons de citer, c'est qu'au bas de l'énorme escarpement vertical de calcaire du cap Blanc-Nez, des jets d'eau sortent avec une grande vitesse des fentes de ce calcaire, et en détruisent peu à peu la partie inférieure. Il est donc certain que ces eaux proviennent de montagnes éloignées, et que par une suite continue de fissures existantes dans le calcaire de ces montagnes, elles se répandent dans

(1) *Stalactites*, concrétions pierreuses qui se forment dans les grottes souterraines et qui ressemblent aux glaçons qui pendent aux arbres, aux rochers des montagnes glacés, ou aux toits des maisons pendant l'hiver.

(2) *Stalagmites*, concrétions de même nature, mais de formes différentes, ressemblant assez à des incrustations ou à de petits mamelons.

toutes sortes de sens, et se montrent au jour au Blanc-Nez, parce que l'escarpement qui existe leur en donne la facilité.

Toute autre espèce de roche que le calcaire ne pourrait pas présenter les mêmes avantages pour la recherche des fontaines montantes de fond. Ainsi, on ne doit pas établir de travaux dans les terrains primitifs, tels que les granits, les gneiss, les porphyres, les serpentines, etc., qui, presque tous, n'offrent que des roches peu fendillées et dont les fentes surtout ne s'étendent qu'à une petite profondeur. L'expérience prouve que les eaux que recèlent ces terrains y sourdent de tous côtés à une faible distance de la partie supérieure par laquelle elles s'y infiltrent. Dans les terrains de calcaire, les fissures se propagent au contraire à de grandes distances, soit en largeur, soit en profondeur, les eaux peuvent alors circuler avec facilité, et se répandre au-dessous des vallées dont le fond est presque toujours recouvert par des terrains d'argile, de sable, de cailloux roulés, etc. On doit aussi s'abstenir de rechercher des eaux dans les terrains schisteux (1), parce que les pyrites ferrugineuses (2) qu'ils renferment se décomposent facilement, communiquant à l'eau qu'on y rencontre, l'odeur et le goût du gaz hydrogène sulfuré.

Dans tous les cas, la première chose à faire, lorsqu'on obtient une fontaine jaillissante, est de la faire analyser et de renouveler l'opération plusieurs fois avant de l'adopter pour les besoins de l'homme.

§ 4. RECHERCHE DES TERRAINS PROPRES A DONNER DES FONTAINES JAILLISSANTES.

Avant de commencer des travaux de sondage pour rechercher des eaux souterraines, il sera nécessaire d'avoir une parfaite connaissance de la constitution tant superficielle qu'intérieure du pays dans lequel ces travaux seront entrepris. Cette constitution devra être connue sur la plus grande étendue possible; et l'on devra en même temps recueillir toutes les données qui pourront indiquer quelle est la liaison de ce pays ou de ce terrain avec ceux qui l'environnent. En en parcourant la superficie, on remarquera s'il existe des af-

(1) *Schisteux*, terrains composés de roches qui se séparent par feuilles comme l'ardoise, quelle que soit la couleur de ces pierres.

(2) *Pyrites ferrugineuses*. La pyrite n'est pas seulement ferrugineuse, elle peut être cuivreuse et même arsénicale; la pyrite est un minéral blanc, jaune vif ou jaune pâle, qui se compose de feu de soufre ou d'arsenic et de cuivre.

fleurements de calcaire crayeuse dans les parties les plus élevées, ou si la couche végétale dont il peut être recouvert est peu épaisse. Dans le cas où l'on découvrirait de ces affleurements, on examinera les vallées et l'on s'assurera par quelques sondages provisoires, ou en consultant la succession des couches traversées par les puits les plus profonds du pays, si le calcaire crayeux qui se montre au jour dans les parties élevées se prolonge au-dessous des terrains de transport dont le fond de ces vallées est ordinairement recouvert. En explorant ainsi un pays, si l'on reconnaît qu'il a de très-grands rapports avec ceux dans lesquels on a découvert des fontaines jaillissantes, on pourra alors se livrer aux travaux que leur percement exige. Les indices d'après lesquels ils seront entrepris, indiqueront en effet des terrains propres à la recherche d'eaux souterraines, puisqu'ils offriront, d'après ce que nous avons dit précédemment, toutes les conditions qu'exige l'établissement des fontaines jaillissantes ou montantes de fond. Quant à la hauteur de ces eaux dans les tuyaux ou buses à l'aide desquels on les isole du sol environnant, il est impossible de la déterminer *à priori*, puisqu'elle dépend de la différence qui doit exister entre le point d'où elle commence à s'infiltrer dans la partie supérieure des roches calcaires, et l'endroit d'où l'on veut les faire jaillir. Or, comme la hauteur du premier point au-dessus d'un plan horizontal donné reste inconnue, on ne peut avoir sur cet objet que des données très-incertaines, mais elles dépendront toujours de la configuration extérieure du sol.

Nous ferons ici une observation importante, c'est qu'il peut arriver qu'un trou de sonde tombe sur des fissures remplies d'eau, sans qu'elle puisse pour cela s'élever au-delà de quelques mètres de l'endroit où on l'aura rencontrée, quoique cependant ces fissures soient sans cesse entretenues par des eaux provenant de très-grandes hauteurs. En effet, si cette eau peut avoir une issue dans une vallée voisine plus profonde que celle dans laquelle on aura établi des travaux de sondage, et que cette issue soit plus petite que la grandeur de ces fissures, il est évident que l'eau ne s'élèvera dans le trou de sonde qu'en vertu d'une pression, qui sera la différence entre celle qu'elle exercerait contre la couche argileuse, si elle n'avait pas d'issue, et dépendante dans ce cas de la hauteur totale de l'eau du réservoir, et celle moins forte due à la vitesse que cette eau acquerrait par suite de l'issue qu'elle pourrait avoir dans une autre vallée plus profonde.

En supposant que les issues naturelles par lesquelles ces eaux pourraient s'écouler fussent très-petites, il serait ce-

pendant encore possible que les recherches que l'on entreprendrait, si elles se bornaient à un seul trou de sonde, fussent infructueuses; mais ce n'est pas une raison de perdre l'espérance de se procurer des fontaines jaillissantes. On peut en effet tomber sur un endroit où les roches calcaires sont très-homogènes, et ne contiennent pas, dans toute l'étendue du trou de sonde, des fissures qui puissent donner issue à l'eau dont ces rochers sont entourés. Plusieurs exemples de ce genre se sont présentés dans le département du Pas-de-Calais, et nous en citerons un très-remarquable. Un propriétaire a fait forer, dans un faubourg de Béthune, un trou de sonde qui, après avoir traversé 20 à 25 mètres de terrains de nouvelle formation, et 10 mètres de calcaire, est tombé dans une source dont les eaux se sont élevées à la surface du sol. Un autre propriétaire, dont l'habitation tient presqu'à celle du premier, voulut aussi se procurer une fontaine jaillissante ; il fit en conséquence percer d'abord 25 mètres de terrains composés de sable et d'argile grise, contenant une grande quantité de pyrites, ensuite 31 mètres de calcaire, que l'on avait rencontré, comme l'on voit, à la même profondeur que dans le premier sondage; mais quoiqu'on eût traversé 56 mètres de terrains de différentes natures, on ne put se procurer d'eau.

L'exemple que nous venons de citer prouve que si l'on n'a pas d'eau à 56 mètres au-dessous de la surface du sol lorsque l'on s'en est procuré à une profondeur beaucoup moins grande, presque dans le même endroit, c'est parce que le trou de sonde a été pratiqué dans un calcaire homogène et sans fissure. Cependant, si l'on en eût continué l'approfondissement, il eût été possible de rencontrer une couche argileuse ou au moins sensiblement imperméable au-dessous de laquelle se seraient trouvées des eaux susceptibles de s'élever jusqu'à la surface du sol. Mais il faut remarquer qu'elles ne pourraient provenir que d'endroits plus éloignés que ceux d'où s'écoulent les eaux ramenées au jour par le sondage dont nous avons fait mention : et en effet, s'il en existait au-dessous de cette couche argileuse, ce ne serait que parce que les bancs de calcaire qu'elle recouvre en recevraient, par suite de la favorable position de leurs affleurements au jour, des pluies, des ravins, etc. Or, cette couche argileuse pouvant descendre de lieux élevés et se propager au-dessous d'une ou de plusieurs vallées, il est évident que les eaux situées au-dessous d'elle ne pourraient provenir que du calcaire sur lequel elle repose et non de celui qui lui est supérieur, puisqu'en raison de son imperméabilité, elle ne pourrait leur livrer passage.

En général, toutes les fois qu'on trouvera du calcaire crayeux très-homogène, il sera nécessaire d'y enfoncer la sonde, jusqu'à ce qu'il éprouve quelque variation dans sa nature : car on sait, par expérience, que c'est presque toujours à la superposition des différents terrains les uns sur les autres que se rencontrent les eaux souterraines.

Cette superposition par les vides ou les fissures qu'elle produit, doit en effet faciliter leur infiltration. C'est même à cette cause qu'on doit attribuer l'augmentation qu'éprouve le volume d'eau produit lorsque l'on arrive à la jonction des titres de calcaire et des petits bancs de silex. En supposant donc qu'on trouve, en perçant de quelques mètres le calcaire crayeux, de l'eau qui puisse se répandre à la surface du sol, on est presque certain que le volume en deviendra plus considérable si en continuant l'approfondissement du trou de sonde, on rencontre de petits lits de cailloux.

Toutes les fois qu'un pays ne présentera pas les caractères géologiques dont nous venons de parler, on devra s'abstenir d'y rechercher des eaux souterraines, puisque les terrains dont il serait composé ne présenteraient pas *des couches perméables à l'eau contenue entre des couches sensiblement imperméables*.

DES DIFFÉRENTS MODES DE SONDAGE.

§ 5. SONDAGE A LA CORDE OU PROCÉDÉ CHINOIS.

L'idée de perforer le sol, pour en connaître la nature, est très-ancienne. D'après la relation d'un voyage pittoresque, publiée à Amsterdam il y a près de deux siècles, on savait que les habitants du Céleste-Empire « *pratiquaient des trous dans la terre, à de très-grandes profondeurs, à l'aide d'une corde armée d'une main de fer, laquelle rapporte au jour le détritus du fond.* »

Ce n'est qu'en 1827 que la description de ce procédé a été donnée, dans les *Annales de la propagation de la foi*, par un missionnaire français, le père Imbert.

« Il y a, dit-il, des milliers de ces trous dans un espace de dix lieues de long sur quatre de large. Chaque particulier un peu riche creuse plusieurs de ces puits, qui ont une profondeur de 600 mètres avec un diamètre de 20 centimètres. Voici le procédé qu'on emploie : si la surface est de terre, on y plante un tube de bois, surmonté d'une pierre de taille qui a l'orifice désiré ; ensuite on fait jouer dans ce tube une sonde ou trépan d'un poids de 200 kilogrammes. Un homme

monte sur un échafaudage à bascule pour soulever et pour laisser retomber cette sonde, qui est suspendue à une corde de rotin; un autre homme fait tourner cette corde. Ce travail continue nuit et jour; on tire ensuite cette sonde, concave par-dessus, avec toutes les matières dont elle est surchargée, en enroulant la corde sur un grand cylindre ou tambour. De cette façon ces petits puits sont très-perpendiculaires et polis comme une glace. Quelquefois tout n'est pas roche jusqu'à la fin; mais il se rencontre des lits de terre, de charbon, etc. Alors l'opération devient des plus difficiles, et quelquefois infructueuse, car les matières n'offrant pas une résistance égale, il arrive que le puits perd sa perpendiculaire; mais ces cas sont rares. Quelquefois le gros anneau de fer qui suspend le mouton vient à casser; alors il faut cinq ou six mois pour pouvoir, avec d'autres moutons, broyer le premier et le réduire en bouillie. Quand la roche est assez bonne, on avance jusqu'à deux pieds dans les vingt-quatre heures. On reste au moins trois ans pour creuser un puits. Pour tirer l'eau, on descend dans le puits un tube de bambou, long de 24 pieds, à l'extrémité duquel il y a une soupape; lorsqu'il est arrivé au fond, un homme fort s'assied sur la corde et donne des secousses; chaque secousse fait ouvrir la soupape et fait monter l'eau. Le tube étant plein, un grand cylindre en forme de dévidoir, de 50 pieds de circonférence, sur lequel se roule la corde, est tourné par deux, trois ou quatre buffles ou bœufs, et le tube monte; cette corde est aussi de rotin. L'eau est très-saumâtre; elle donne à l'évaporation un cinquième et plus, quelquefois un quart de sel. Ce sel est très-âcre; il contient beaucoup de nitre. »

Cependant l'exactitude de cette relation fut contestée, et sur les observations du supérieur des missions, le père Imbert fit un nouveau voyage vers la région des puits de sel pour vérifier ses chiffres, et il écrivit une nouvelle lettre dans laquelle il disait :

« J'ai mesuré la circonférence du cylindre en bambou sur
» lequel s'enroule la corde qui remonte les instruments du
» fond du puits, et j'ai mesuré le nombre de tours de cette
» corde. Le cylindre a 50 pieds de tour et le nombre de tours
» de la corde est de 62. Comptez vous-même si cela ne fait
» pas 3,100 pieds. Ce cylindre est mis en mouvement par deux
» bœufs attachés à un manége; la corde n'est pas plus grosse
» que le doigt; elle est faite en lanières de bambou et ne
» souffre pas de l'humidité. »

La bibliothèque impériale, dans la rue de Richelieu, possède une encyclopédie chinoise en trois volumes, où se trou-

vent renfermés les dessins du tube de bambou qui dirige la sonde au commencement du forage; celui du manége et du tube à soupape qui sert à l'extraction de l'eau salée, et enfin une image de l'évaporation des eaux salées par la combustion d'un gaz sortant d'un trou de sonde. Ces figures s'accordent avec la description générale faite par le père Imbert. Cependant, il est remarquable que personne ne soit encore venu après lui pour vérifier ces faits. On est toujours dans la même ignorance sur la nature du sol traversé par les Chinois.

La méthode chinoise a été perfectionnée vers 1827 en Amérique ; on y ajoute un appareil pour que la corde prenne un mouvement de rotation, et que l'ouvrier chargé de ce travail devienne inutile.

Plusieurs essais de ce procédé de sondage ont été faits en Europe : en 1828 à Bruxelles; quelques années plus tard à Sarrebruck, en Saxe, à Reims, et en dernier lieu à l'Ecole-Militaire de Paris. La sonde, attachée à une tige de fer, était suspendue à une corde de chanvre. Ces opérations n'ont pas réussi. On est allé jusqu'à 150 mètres de profondeur, mais les outils sont restés engagés au fond du puits, et on a abandonné les travaux.

Voici, du reste, ce qu'on lit dans les publications industrielles de 1836 à l'occasion de la tentative faite par Selligue pour introduire en France le système Chinois perfectionné.

» Ce procédé, essayé à l'Ecole Militaire, n'a pas eu de succès. Le sondage commencé le 22 juillet 1835, avait atteint le 15 décembre la profondeur de 130 mètres en contre-bas du sol ; le trou de sonde commencé avec 22 centimètres de diamètre avait conservé exactement le même diamètre dans toute sa profondeur, de telle sorte que le même tube de retenue suivait le sondage.

» Il résulte de l'essai de ce nouveau système, dit de percussion, 1° que pour descendre un outil à la profondeur de 130 mètres il ne faut que trois minutes, et pour le remonter dix minutes; 2° que pour la percussion d'un outil de 22 cenmètres de diamètre, deux hommes suffisent et opèrent avec facilité cette percussion en battant par heure 700 coups. Outre cela, les outils rapportant une grande quantité de déblais, il arrive qu'à la profondeur de 130 mètres, les neuf dixièmes de la journée sont employés à la percussion, seul effet utile pour sonder. Il y a ainsi une grande différence dans l'économie des bras; car tandis que, pour une profondeur de 130 mètres, il faut employer pour le forage ordinaire

dix hommes et deux chevaux, avec le forage Selligue, quatre hommes de peine et un contre-maître suffisent.

» Le matériel du nouveau système est composé d'une chèvre ordinaire à treuil ; de deux outils principaux, l'un pour le terrain dur, l'autre pour le terrain mou ; d'un outil de percussion ; d'un câble ou chaîne de suspension. Comme ces outils font des trous bien plus grands qu'eux, il n'est jamais besoin d'en changer, même quand on serait, dans des cas extraordinaires, obligé de mettre deux tubes de retenue. La surface d'eau jaillissante est également, par ce moyen, bien plus grande que dans les forages ordinaires, qui sont généralement de 9 à 11 centimètres de diamètre en tubes ascensionnels, tandis que dans le système Selligue ils ont 22 centimètres de diamètre.

Une des difficultés qu'on rencontre dans le forage chinois, c'est de descendre bien verticalement. Il arrive en effet souvent qu'on rencontre des obstacles qui font dévier les outils, ou que ceux-ci mal centrés se déversent eux-mêmes. Il n'est pas alors facile de revenir à la verticale, et le puits prend alors une direction oblique ou courbe qui, en usant très-promptement la corde, ne permet pas de le foncer à une grande profondeur. Cette difficulté est plus fréquente dans les terrains de formation nouvelle que dans ceux d'anciennes formations.

Cependant on ne s'est pas découragé dans ces essais. Une société s'est formée pour exploiter le système de la *sonde française*, qui comprend la sonde à la corde avec emploi de tubes de retenue dans les terrains de formation moderne, et la corde en aloès seule pour les couches dures. Un des associés s'est tué en tombant dans un puits de mines, et la compagnie s'est dissoute.

Jusqu'à ce jour, le procédé chinois, dans lequel on fait usage d'un équipage de sonde léger et peu coûteux, n'a servi que pour retirer les détritus du fond du trou de sonde; on attend le moment où cette question recevra une solution pratique par quelque nouvelle invention ou par des perfectionnements dans l'outillage. L'Exposition de 1855 n'a rien produit à cet égard ; c'est donc un point d'études à indiquer aux esprits inventifs.

En attendant, on a fait à Froyming (département de la Moselle), une nouvelle tentative de l'application du procédé chinois; le trou de sonde, d'un diamètre de 0m.30 est déjà arrivé à une profondeur de 145 mètres dans le grès vosgien.

§ 6. SONDAGE A LA TIGE RIGIDE.

Le deuxième procédé, *artésien, anglais et allemand*, consiste à attacher la sonde à une tige en fer au lieu de la fixer à une corde. Quelquefois aussi on unit les tiges rigides en fer à des tiges en bois ferré, ce qu'on appelle système *prussien*.

Il y aura toujours lieu d'améliorer le sondage à la tige afin de diminuer autant que possible les inconvénients inhérents à ce système, et qui sont : le poids trop considérable de la sonde, — une grande perte de temps pour ramener à la surface du sol des pierres broyées, — les ruptures fréquentes des tiges provoquées par les oscillations, — enfin la déviation du trou de sonde par suite de la flexion de la tige. Cependant, tel qu'il est, ce système rend des services incontestables. Depuis l'introduction de la machine à vapeur dans les opérations de sondage, on gagne environ les deux tiers en vitesse, et on diminue le nombre des ouvriers, et, par conséquent, les chances d'accidents et de malveillance ; on a donc généralisé son emploi, même pour les travaux de peu d'importance. Dans ce cas la machine qui fait marcher le treuil est à cylindre oscillant ; elle entraîne une dépense plus grande de combustible, comparée aux machines fixes, mais les frais qui nécessitent son installation sont moindres. La machine oscillante est remplacée par une machine horizontale fixe, quand l'importance du travail permet de donner un peu plus de temps et d'argent pour le montage des appareils. Le treuil à coussinets mobiles avec roue à galets destiné au battage à la came sur les roches dures, et avec débrayage mobile dans les terrains de ténacité variable, — ce treuil, dis-je, résume, par la réunion de ces deux systèmes, tous les mouvements dont on peut avoir besoin pour mettre une sonde en activité.

§ 7. LE TRÉPAN-MONSTRE DE M. MULOT.

Le système de sondage exposé par M. Mulot mérite, par ses proportions gigantesques, de fixer l'attention. L'inventeur ne cherche pas à perforer les terrains au moyen de trous de sonde ordinaires ; il entreprend des forages de trois à quatre mètres de diamètre, pour faire le *fonçage des avaleresses*, ce qui veut dire faire des puits de mine perpendiculaires.

Cette méthode a pour but de traverser, sans l'aide de machines d'épuisement, le niveau d'eau qui se trouve dans cha-

que trou de sonde. Les outils qu'on emploie dans ce but ont des dimensions telles que leur manœuvre me semble difficile. Ainsi le trépan de 4 mètres, suspendu à une tige de 20 centimètres de diamètre, véritable cylindre en fer, demande, pour être retourné, des forces qui ne peuvent être produites qu'avec de grandes dépenses. Deux essais de ce procédé ont été faits, l'un à Styring près de la frontière de Prusse, l'autre dans le Pas-de-Calais; mais ils ont été abandonnés, quoique l'un des trous soit déjà arrivé à une profondeur de 65 mètres. Pour obtenir un résultat pratique, on s'est vu dans la nécessité de recourir aux moyens ordinaires, c'est-à-dire on a fait creuser des puits de mine par des ouvriers mineurs.

L'insuccès de ces tentatives, qui n'ont causé qu'une perte de temps et d'argent, ne peut cependant pas être attribué entièrement à la manœuvre du trépan, mais à la rupture du cuvelage. Faite avec des douves comme un tonneau, cette garniture du puits n'a pu résister à la pression de l'eau; elle s'est déformée, et a bouché l'ouverture du fonds. Il est possible qu'en appliquant des cylindres en tôle ou en fonte, ou en cerclant de fer les douves, on évitera la rupture du cuvelage. C'est une question à examiner; M. Mulot ne se laissera probablement pas décourager par cet insuccès partiel, et il obtiendra dans un prochain sondage le résultat désiré.

§ 8. LA SONDE PALISSY.

Dans les chemins de fer, la sonde trouve quelquefois son application pour les travaux d'enfoncement des pilotis de fondations et des poteaux télégraphiques, et pour les travaux des tunnels et les puits d'aérage.

Les sondages horizontaux s'emploient pour l'assèchement des terrains qui forment les parois d'une tranchée.

Ce n'est que dans des cas exceptionnels qu'il faut sonder les ouvrages exécutés et vérifier le sol à une grande profondeur, et alors on descend dans l'eau au moyen de la cloche à plongeur et d'autres appareils dont il sera question en temps et lieu.

Pour le moment il ne s'agit que de vérifier le terrain sur lequel on veut construire le chemin de fer, et dans ce cas les petites sondes ordinaires remplissent les conditions voulues; on emploie souvent celle que MM. Degousée et Laurent désignent sous le nom de *sonde de Palissy;* on sait que le célèbre potier Bernard de Palissy est l'inventeur de cet outil.

Deux tarières de cette espèce figurent dans les armes de la ville de Modène, qui passe pour avoir exécuté depuis long-

temps des puits artésiens ; elle est probablement la première en Europe qui ait fait usage de la sonde pour se procurer des fontaines.

Cette sonde de Palissy sert également pour l'exploration des terrains agricoles et pour les études de drainage.

Maintenant, la nature du terrain étant reconnue, on procède à l'exécution des terrassements et des fondations des travaux d'art.

§ 9. NOUVEAU SYSTÈME DE FORAGE, PAR M. FAUVELLE, DE PERPIGNAN.

Arago a communiqué, il y a quelques années, à l'Académie des sciences, quelques détails sur un nouveau système de forage imaginé par M. Fauvelle. Voici comment l'inventeur rend compte de ce procédé :

« En 1833, j'assistais au forage d'un puits artésien à Rivesaltes ; l'eau était trouvée et jaillissait avec abondance. On allait procéder au tubage, et, pour cela, on élargissait le trou de sonde du haut en bas ; je fus frappé de voir qu'il ne fallait plus remonter la sonde pour se débarrasser des déblais, et que l'eau venant du fond, remontait, sous forme liquide, toute la terre que l'outil perforateur détachait des parois. Je me dis alors : voilà un fait bien remarquable et bien facile à imiter ; si, au moyen d'une sonde creuse, on injectait de l'eau dans le trou à mesure que l'on descend, l'eau, en remontant, entraînerait tous les déblais. Tel est le point d'où je suis parti pour établir un nouveau système de forage.

» L'appareil se compose d'une sonde creuse formée de tubes vissés bout à bout, l'extrémité inférieure de la sonde est armée d'un outil perforateur, approprié aux terrains qu'il s'agit d'attaquer. Le diamètre de cet outil est plus grand que le diamètre des tubes, afin de réserver autour de ceux-ci un espace annulaire par lequel l'eau et les déblais puissent remonter. L'extrémité supérieure de la même sonde est en communication avec une pompe foulante au moyen de tubes articulés qui suivent le mouvement descendant de la sonde sur une longueur de quelques mètres.

» La sonde est animée d'un mouvement de rotation au moyen de tourne-à-gauche, ou de percussion par un treuil à déclic.

» La chèvre et le treuil, pour monter, descendre et soutenir la sonde, ne présentent rien de particulier.

» Lorsqu'on veut faire agir la sonde, on commence toujours par mettre la pompe en mouvement. On injecte jus-

qu'au fond du trou, et par l'intérieur de la sonde, une colonne d'eau qui, en remontant dans l'espace annulaire compris entre la sonde et les parois du trou, établit le courant ascensionnel qui doit entraîner les déblais; on fait alors agir la sonde comme sonde ordinaire, et à mesure qu'il y a une partie de terre détachée par l'outil, elle est à l'instant entraînée dans le courant ascensionnel.

» Il résulte de cette marche, que les déblais étant constamment enlevés par l'eau, on n'a plus besoin de remonter la sonde pour s'en débarrasser, ce qui est une bien grande économie de temps. Un avantage aussi précieux, pour le moins, c'est que l'outil perforateur n'est jamais engorgé par les terres, qu'il agit toujours sans entraves sur le terrain à percer; ce qui diminue de plus des neuf dixièmes la difficulté du forage. Si l'on ajoute à cela que l'expérience prouve que les éboulements sont nuls dans des terrains où la sonde ordinaire en détermine toujours; que la sonde agit à 100 mètres avec autant de facilité qu'à 10 mètres, et que cette sonde, par cela même qu'elle est creuse, présente plus de résistance à la torsion qu'une sonde pleine à volume égal, et autant de résistance à la traction, on aura énuméré ses principaux avantages.

» Ils sont d'ailleurs constatés par le forage que je viens de faire, à Perpignan, sur la place Saint-Dominique. Ce forage, commencé le 1er juillet, était terminé le 23 par la rencontre de l'eau jaillissante à une profondeur de 170 mètres. Si de ces vingt-trois journées (de dix heures de travail) on défalque trois dimanches et six journées perdues, il restera quatorze journées ou cent quarante heures de travail réel, ce qui représente plus de 1 mètre de forage à l'heure. C'est plus de dix fois le travail d'une sonde ordinaire.

» Dans le système que je viens de décrire, on voit que l'injection de l'eau a lieu par l'intérieur de la sonde; l'expérience m'a fait reconnaître que, lorsqu'il s'agit de rencontrer des graviers ou des pierres d'un certain volume, il valait mieux injecter l'eau par le trou et la faire remonter par la sonde. La vitesse plus grande qu'il est possible d'imprimer à l'eau, et le calibre plus exact de l'intérieur du tube, permettent de remonter tous les corps qui peuvent se trouver au fond du puits, et que la manœuvre ordinaire ne pourrait pas attaquer avec avantage. J'ai remonté, par ce moyen, des cailloux de 6 centimètres de longueur sur 3 centimètres de grosseur.

» L'idée de faire remonter l'eau par l'intérieur de la sonde offre un moyen facile de forer au-dessous d'une nappe d'eau jaillissante sans avoir besoin de pompe; il suffira de fermer

hermétiquement l'orifice du puits, de manière à laisser libre le jeu de la sonde, et à ce que l'eau jaillissante soit forcée d'aller toujours chercher le bas du tube pour trouver une issue : elle y entraînera et ramènera au jour tous les déblais.

» Si l'on ajoute à tout cela la possibilité de faire en bois la tige creuse de la sonde, et de l'équilibrer de manière à ce qu'elle ne pèse pas plus que l'eau dans laquelle elle doit se mouvoir, le problème du sondage, à des profondeurs de 1,000 mètres et plus, paraîtra résolu.»

§ 10. DE LA SONDE DU FONTAINIER.

Lorsque l'on examine des jets d'eau qui s'élancent quelquefois de la profondeur de 100 mètres et qui traversent, pour se répandre au jour, des tuyaux enfoncés jusqu'à cette profondeur; lorsque l'on réfléchit sur les difficultés que l'on doit souvent éprouver pour traverser avec la sonde des terrains d'une aussi grande épaisseur, on est convaincu qu'on ne peut les vaincre qu'en apportant une extrême précision dans l'exécution des travaux qu'exigent et la recherche de ces eaux et l'enfoncement des coffres à l'aide desquels on isole les masses de sables mouvants qu'on rencontre à chaque instant dans le percement des fontaines jaillissantes, et le tubage en tôle, en cuivre étamé ou galvanisé, ou même en bois, du trou établi par la sonde.

Pour faciliter l'introduction de ces coffres et de ces tubes divers, dans les différentes couches superposées à celles du calcaire, qui seules renferment les eaux dont sont alimentées ces fontaines, on sent qu'il faut que les trous de sonde soient faits avec une grande régularité et que leur axe soit surtout parfaitement vertical. Il est donc d'abord nécessaire, avant de faire connaître les moyens qu'il faut employer pour arriver à ce but, de décrire avec détail toutes les parties de la sonde ainsi que les différents instruments que l'on doit y adapter pour traverser les terrains dont nous nous sommes occupés précédemment.

Description de la sonde du fontainier.

La sonde qu'emploie le fontainier est, comme celle du mineur, composée de trois parties principales : *la tête, la tige* et *les outils*. Plusieurs autres pièces que l'on comprend sous la dénomination de pièces accessoires, servent en outre à la manœuvrer.

La tête est formée d'une barre de fer longue de $1^{m}.95$ et de 34 millimètres d'équarrissage. L'une de ses extrémités se

termine par un anneau *a* (fig. 87, pl. 4), et l'autre par un enfourchement dont les figures 87 et 88 font connaître et la forme et les dimensions aux points *b*.

La tige est composée d'un nombre indéterminé de barres, qui, de même que la tête, ont 34 millimètres d'équarrissage et 2m.27 à 2m.60 de longueur, en y comprenant les enfourchements mâles et femelles qui sont aux deux extrémités. L'une de ces barres est représentée, en plan et en profil, par les figures 89 et 90, pl. 4.

Comme les parties supérieure et inférieure de toutes ces barres sont terminées de la même manière, il s'ensuit qu'elles peuvent indistinctement s'adapter les unes aux autres sans qu'on ait besoin de leur assigner un rang déterminé. Pour les assembler d'une manière invariable, on se sert de vis et d'écrous, et l'on a soin de placer ces derniers de chaque côté des barres assemblées, afin que, pour abréger les opérations, deux ouvriers puissent en même temps les enlever conjointement avec les vis, ce qu'ils ne pourraient pas faire, ou que d'une manière incommode, si ces écrous étaient du même côté. Les figures 91 et 92, pl. 4, présentent, sous deux faces différentes, deux barres assemblées, et indiquent les positions respectives des écrous et des vis qui consolident leur assemblage.

Lorsque la tête et les barres qui composent la tige de la sonde sont assemblées, on emploie pour les suspendre au câble d'une chèvre ou d'un engin, un étrier *a b c*, dont on voit le plan, l'élévation et le profil dans les figures 93, 94 et 95, pl. 4. La plate-forme *a o o c*, dont il est formé, présente une ouverture circulaire dans laquelle passe un autre étrier *m n p*. La partie de cet étrier qui traverse la plate-forme *a o o c* est cylindrique jusqu'à la naissance des deux branches *m* et *p*, afin qu'il puisse facilement tourner sur son axe sans imprimer un mouvement de torsion au câble *g*. Les branches *m* et *p* sont percées en *r* et en *s* pour recevoir une clavette *r s*, représentée en plan et en élévation par les figures 96 et 97, à l'aide de laquelle on suspend la tête ou la tige de la sonde aux étriers dont nous venons de parler.

Lorsque cette sonde est suspendue au câble *g* et qu'on veut lui imprimer un mouvement de rotation, on se sert d'une manivelle en bois *a b* (fig. 98 et 99, pl. 4), au milieu de laquelle existe un vide *o k l f* pour donner entrée à la tige de sonde que l'on place ensuite dans l'ouverture rectangulaire *m n o*, pratiquée dans l'une des deux frettes de fer *p* et *q*. Cette tige est maintenue d'une manière invariable avec le coin de bois *f g* que représente la figure 99, pl. 4. Les frettes de fer

placées en *m* et *n* doivent être très-fortes, afin que la manivelle ne puisse se fendre suivant les lignes ponctuées *cd* et *cg*, par les coups de maillet que l'on frappe sur le coin *fg*, et que l'on renouvelle à chaque instant, puisque cette manivelle doit changer de place lorsque l'on allonge la tige de sonde ou que l'on en désassemble les différentes parties. Quel que soit, au reste, le soin qu'on apporte à confectionner cette manivelle, il est presque impossible d'empêcher qu'elle ne se fende dans les endroits que nous avons indiqués. Il serait donc bien préférable qu'on la fît en fer, parce qu'on augmenterait considérablement la solidité en même temps qu'on en diminuerait les dimensions. Quant à la longueur des deux bras *ai* et *by*, elle resterait toujours la même, puisqu'elle est déterminée d'après la résistance qu'opposent à la manœuvre de la sonde les différents terrains qu'elle traverse.

Lorsqu'il s'agit de sondages faciles, on peut se dispenser de construire une charpente qui sert à élever les ouvriers au-dessus du sol et les câbles au-dessus des ouvriers. Mais dans les grandes opérations de sondage, cette charpente est indispensable; elle est à peu près semblable à celles qu'on élève ordinairement autour des colonnes monumentales, sauf qu'elle est beaucoup moins coûteuse, parce que, destinée à ne s'élever qu'à 8 ou 10 mètres au-dessus du sol, on est dispensé de la compliquer autant et d'employer du bois de choix. Les sondeurs occupés portent même avec eux une charpente qui s'adapte à toutes les localités, laquelle se compose de quatre montants, huit traverses, deux chèvres à poulies et une pièce qu'on appelle porte-mouton, qui sert à en diriger l'action le plus verticalement possible; il faut aussi un ou plusieurs traits, ou tours-dormants, deux ou plusieurs câbles pouvant enlever jusqu'à 1,200 kilog. On se sert aussi de vis de pression ou de vis d'extraction, qui exigent une charpente particulière semblable à celle d'un pressoir à vin portatif, tel qu'on en voit dans les pays vignicoles. La combinaison de ces vis avec la force des traits facilite singulièrement le travail et centuple la force humaine. On se sert enfin de manéges mis en mouvement par des chevaux, mais cela dépend des ressources et de l'intelligence du fontainier-sondeur.

§ 11. OUTILS DU FONTAINIER ADAPTÉS A LA SONDE.

Les instruments ou les outils qui doivent être adaptés à l'extrémité de la tige de la sonde du fontainier sont très-variés: mais quelle que soit leur diversité, ils peuvent néanmoins être compris dans cinq classes, que l'on distingue les

unes des autres d'après les différentes couches de terrains que l'on rencontre le plus généralement dans le percement des fontaines jaillissantes.

La première classe comprend ceux dont on se sert pour traverser des couches de terre végétales et quelques terres argileuses peu collantes.

La seconde classe, ceux qui servent à traverser des couches très-argileuses et très-compactes, ainsi que les masses de calcaire crayeux qui contiennent les eaux qu'on cherche à se procurer.

La troisième, ceux avec lesquels on peut traverser et retirer les cailloux roulés que l'on rencontre souvent par couches assez régulières dans les terrains qui recouvrent les roches crayeuses.

La quatrième comprend ceux qui attaquent les masses de grès et autres roches récalcitrantes qu'on rencontre accidentellement, et qu'il faut traverser lorsque leur étendue ne permet pas de les briser.

Enfin, la cinquième classe comprend ceux qui sont employés pour traverser les couches de sables mouvants, dont les molécules n'ont aucune espèce d'adhérence entre elles, ou au moins qui n'en ont qu'une si faible, qu'il serait impossible de les ramener au jour avec les instruments compris dans la première classe.

Ces instruments varient de nom et de forme. C'est à l'ouvrier de les modifier, de les approprier aux localités. Tout le monde connaît les tarières qui s'adaptent à la tige de la sonde; les plus petites ont un diamètre de 10 centimètres, les plus grandes de 40 centimètres. Ces dernières sont entourées de 3 cercles de fer afin que les substances terreuses qui s'y introduisent ne puissent les élargir. Elles sont toujours employées dans les terres végétales et dans les argiles terreuses; mais dans les argiles collantes, les tarières ou les cuillers doivent être remplacées par des outils plus forts et d'une autre forme. Ce sont tantôt des langues de carpes ou demi-langues, tantôt des outils recourbés en demi-cercle très-allongé; on en a de différentes largeurs, on commence par les plus étroits et l'on parvient assez aisément à pénétrer l'argile, à la refouler ou à l'extraire.

Lorsque des sables se trouvent au-dessous des couches argileuses, il faut employer les coffres, dont plus tard nous donnerons la forme et la dimension.

Si l'on tombe sur des bancs de cailloux, il est nécessaire, pour les traverser d'employer le *hardi* ou perçoir, qui agit avec une grande énergie, déplace, brise ou enfonce les cail-

loux sur le côté du trou ; si, lorsqu'on le retire, on reconnaît qu'il en est tombé au fond du trou qu'il a fait, on les extrait à l'aide d'un double tire-bourre semblable à ceux que les armuriers adaptent aux baguettes des fusils soignés, sauf la taille et la force.

Pour forer les roches, on emploie les ciseaux aigus, obtus, simples, croisés, selon la nature de l'obstacle ; ces ciseaux se mettent en mouvement à l'aide d'une manivelle qui les fait légèrement tourner après chaque coup de sonde.

Quelquefois on rencontre des argiles d'une grande dureté, on se sert, pour y pénétrer et préparer le passage de la sonde, d'un autre instrument nommé le trépan ; il sert aussi à percer les couches de calcaire crayeux. Ils ont tantôt la forme du burin des carriers-mineurs, tantôt celle d'un burin demi-rond et légèrement acéré.

Quel que soit l'outil dont on se sert, il faut avoir soin de jeter de l'eau au fond du trou, parce que sans cette précaution il s'échaufferait, se détremperait et serait promptement hors de service. Cette eau contribue à délayer des matières que le trépan ne peut ramener ; on se sert alors d'une cuiller assez semblable aux tarières, mais qui n'est ouverte qu'à une certaine hauteur, 10, 15, 20, 30 centimètres ; les matières pénètrent par cette ouverture, et on les retire avec la sonde.

Lorsqu'enfin il se trouve des matières mélangées, telles que terre et sable, on emploie, pour les extraire, un entonnoir en tôle qui pénètre à l'aide d'une vis en forme de tire-bouchon, et qui s'emplit lorsque ses bords sont arrivés au-dessous de la superficie de ces matières.

Il est encore une multitude d'outils plus ou moins ingénieux dont chaque sondeur se croit l'inventeur et qu'il cache avec soin à tous les yeux, mais ils rentrent tous dans l'idée principale de ceux dont nous venons de parler ; ils sont tous connus des sondeurs, ce qui nous détermine à ne point insister davantage sur ce point. On en trouve au surplus le dessin dans la planche jointe aux brevets d'invention : presque tous sont aujourd'hui tombés dans le domaine public, ce qui permet de les imiter ou de les approprier à tous les systèmes de forage.

§ 12. MANIÈRE D'ALLONGER LA SONDE ET DE LA DIMINUER.

Lorsque la sonde est suspendue dans l'intérieur des coffres, et qu'on veut l'allonger pour parvenir à une plus grande profondeur, on la soulève à l'aide du cable auquel elle est

attachée, on ôté le coin *f, g* (fig. 99, pl. 4), et l'on pose la manivelle *a, b* sur le coffre. On redescend ensuite peu à peu la tige de la sonde, jusqu'à ce que la partie supérieure de la première barre soit près de cette manivelle. On fait alors entrer cette tige dans l'ouverture *m, n, o* de la frette de fer *p*, fig. 98, dans laquelle on la fixe à l'aide d'un coin *f, g*, que l'on frappe fortement. Il est alors impossible qu'elle glisse dans cette ouverture *m, n, o*, d'abord parce qu'elle y est retenue par le coin *f, g*, et qu'en outre la partie supérieure de la première barre, qui, par suite de l'enfourchement, a de plus grandes dimensions que le corps de la sonde, est en contact avec le coin de la manivelle. Cette tige étant ainsi maintenue dans une position fixe, on retire les boulons et les écrous placés à l'extrémité inférieure de la tête de la sonde, que l'on enlève provisoirement, et l'on ajoute une barre au-dessus de celle retenue dans la manivelle, ce que l'on exécute facilement en la suspendant au câble de l'engin à l'aide de l'étrier *m, n, p* (fig. 94, 94 *bis* et 94 *ter*, pl. 4), et de la clavette *r, s*, et en la dirigeant ensuite à la main jusqu'à ce qu'elle s'emboîte parfaitement avec la partie supérieure de celle retenue au-dessus de la manivelle. Lorsqu'on les a réunies avec des boulons et des écrous, on enlève de nouveau le coin *f, g*; on laisse redescendre la tige, et l'on replace cette manivelle un peu au-dessous de la partie supérieure du barreau nouvellement ajouté, afin de retenir cette sonde et de remettre la tête que l'on avait enlevée. On ajoute ainsi successivement autant de barreaux qu'il en faut pour atteindre à une profondeur donnée.

Si, au lieu d'augmenter la longueur de la tige, on veut la diminuer, on se conduit à peu près de la même manière : on fixe la manivelle immédiatement au-dessous de l'enfourchement de la première barre, comme nous l'avons dit ci-dessus, et on enlève la tête de la sonde.

On adapte ensuite l'étrier *m, n, p*, fig. 94, pl. 4, à l'enfourchement de la première barre en passant la clavette *r, s* dans les deux branches de cet étrier, ainsi que dans l'une des ouvertures où l'on fait passer des boulons, à l'aide desquels les barres s'assemblent entre elles. On ôte le coin de la manivelle, et après avoir enlevé le câble, on la replace d'une manière fixe immédiatement au-dessous de la partie supérieure du troisième barreau. On désassemble enfin les deux premiers barreaux, en ôtant les boulons et les écrous qui les fixent au troisième, et on les dresse contre les parois de l'excavation pratiquée au-dessous du sol. En répétant l'opération que nous venons de détailler, on parvient à retirer du trou

foré et à les désassembler, tous les barreaux qui composent la longueur totale de la tige de sonde.

§ 13. PARTIES ACCESSOIRES DE LA SONDE.

Nous entendons sous cette dénomination, tout ce qui sert à faciliter la rupture de pierres et corps durs, et l'extraction de tout ce qui se trouve dans le trou de sonde : les étriers, la manivelle, le tourne-à-gauche, la barre de rotation, la clef d'arrêt, la curette, et les différents instruments propres à retirer les tiges de la sonde, qui peuvent se casser, soit sous la pression de vis, soit sous la percussion du mouton.

Le moins connu de ces outils est l'arrache-sonde, qui tantôt saisit la tige au moyen d'un crochet, tantôt l'enlève en se frottant avec force contre elle, soit qu'elle se forme d'un crochet qui descend jusqu'au-dessous de la tige cassée, soit qu'elle ait la forme d'un T renversé auquel on imprime un mouvement de rotation.

Le plus en usage dans les grands travaux est le grand arrache-sonde armé d'un crochet et d'une pointe formant un T avec un côté carré et l'autre pointu.

L'arrache-sonde en spirale est un véritable tire-bourre conique dont l'intérieur est revêtu de deux surfaces courbes qui se réunissent en suivant une arête très-tranchante, à l'aide de laquelle il saisit les tiges cassées.

L'arrache-sonde à écrou est creux; lorsque la tige y pénètre, elle se taraude comme dans une filière, et l'on vient à bout de la tirer à l'aide du câble ou de la sonde.

Les sondeurs habiles ont inventé un grand nombre d'autres instruments, dont beaucoup sont réformés, après des essais qui en démontrent l'insuffisance.

§ 14. ENGINS EMPLOYÉS A LA MANOEUVRE.

La sonde, tant qu'elle n'est pas engagée profondément, se manœuvre avec assez de facilité : trois à quatre hommes adroits suffisent pour la faire marcher; mais quand elle est descendue à 50, 60, 100 mètres et plus de profondeur, il faut recourir à des engins d'une puissance proportionnée aux difficultés à vaincre; alors on emploie le treuil, le mouton, fixé perpendiculairement à une grande pièce de bois à laquelle il est lié par des ferrures, afin que ses coups soient toujours directs et ne fassent jamais dévier la tige. Cette opération se fait d'abord à l'aide d'une charpente en forme de chèvre, mais on emploie ensuite le treuil à leviers, qui frappe encore

avec plus de régularité. Quant au moyen de retirer la sonde, soit pour vider les cuillers, soit pour changer les tiges, il en est deux également bons : l'un consiste à dresser au-dessus du trou un treuil; l'autre à le mettre à côté, mais correspondant à une poulie placée à l'extrémité supérieure de la chèvre ou de la charpente placée au-dessus du trou de sonde.

§ 15. DES COFFRES.

Pour que les coffres puissent résister à la pression qui les attend, et surtout aux coups de mouton, il faut choisir des planches d'orme tortillard ; il est indispensable de pratiquer des rainures dans lesquelles elles s'enclavent, et de les assembler avec des boulons. Leur dimension dépend de celle du sondage, mais il faut les calculer de manière que plusieurs coffres puissent entrer les uns dans les autres.

On fait ces coffres de 3 à 4 mètres, plus ou moins, selon les difficultés du terrain où l'on doit les faire entrer à coups de mouton ; mais comme ces coups pourraient faire éclater les planches, on met entre elles et le mouton un châssis de quatre pièces de bois placées à angle droit les unes des autres, et souvent même un second châssis sur le premier ; alors le mouton agit sans causer le moindre dommage au coffre. La sonde doit agir en même temps que les coffres, et retirer tout le sable qu'ils mettent en mouvement. Sans cette manœuvre, il arriverait souvent que les planches des coffres fléchiraient sous les coups du mouton et cesseraient de pénétrer, tandis que le coffre enfonce toujours en proportion du sable qu'il déplace et qu'on enlève à mesure. Il est facile de se rendre compte de cet effet, même en opérant sur une petite quantité de sable ; on verra que plus on le foulera, plus il acquerra de dureté, plus difficilement, en conséquence, entrera le corps frappé à grands coups de mouton.

On se sert aussi de vis de pression qui n'ont pas moins d'énergie que le mouton, car on peut les établir de manière qu'elles opèrent une pression de 40 à 50 mille kilogrammes. Lorsqu'on voit que le mouton ou la vis de pression ne font plus d'effet sur le coffre, il faut en introduire de nouveaux dans le premier ; c'est à l'aide de cette succession de coffres qu'on parviendra enfin à traverser toutes les couches de sable et à les isoler entièrement du vide intérieur que l'on aura formé.

§ 16. DES BUSES.

Les buses sont des tuyaux de bois de 3m.24 de longueur, de 18 centimètres de diamètre extérieur et 5 centimètres d'épaisseur, qui se percent soit à l'aide des machines à eau, soit avec des cuillers mues par un ou plusieurs hommes, selon la force de l'instrument. On doit les percer d'abord par la moitié de leur longueur, puis se retourner pour les traverser sur l'autre moitié. Ces tuyaux doivent être faits de manière à entrer les uns dans les autres et garnis de frites solides: ces buses s'introduisent à petits coups de mouton; lorsqu'elles rencontrent des pierres ou des cailloux, il faudrait les remonter et enlever l'obstacle, sans cela on s'exposerait à les fendre. Si l'on est assuré qu'il en est une ou plusieurs de fendues dans le trou de sonde, il faut les retirer : cela présente assez de difficultés, cependant on y parvient à l'aide de plusieurs instruments, le meilleur est une tige de fer ayant à son extrémité inférieure un crochet à charnière qui reste collé à la tige tant qu'elle est dans la buse, mais qui se détend quand elle arrive au dessous et saisit le bord de la buse qu'il supporte et qu'il ramène au jour à l'aide du cordage et du treuil qui servent à l'extraction de toutes les matières.

Il est un autre moyen qui réussit assez bien quand les buses ne sont pas trop enfoncées : il consiste à armer la sonde d'un taraud à pas de vis très-forts; on l'insinue dans la buse, il y fait le pas, et quand il a pénétré de toute sa longueur, on peut à l'aide de l'engin et du câble retirer la buse. S'il y en avait plusieurs emmanchées l'une au-dessus de l'autre, ce moyen ne serait pas bon, car elles se sépareraient aux points de jonction, et l'on n'aurait que celles du dessus, ce qui forcerait de recommencer l'opération autant de fois qu'il y aurait de bouts de tuyaux.

§ 17. DU TUBAGE DES PUITS ARTÉSIENS.

On a abandonné les coffres depuis que le percement des puits forés a fait de sensibles progrès, pour y substituer des tubes en métal plus durables, plus faciles à assembler, à enfoncer, et livrant une voie plus uniforme aux eaux jaillissantes, voie qu'on peut rendre continue au moyen d'assemblages bien exécutés.

Le tubage des eaux jaillissantes doit être fait avec un très-grand soin; si, en effet, et par des défauts dans cette conduite, les eaux peuvent s'échapper en montant dans les cou-

ches perméables qu'on a traversées dans le forage, alors elles s'y infiltrent, s'y dissipent; l'écoulement qui avait lieu à l'orifice lors de l'établissement du puits diminue de puissance, l'ascension est moins énergique et l'abondance décroît. Il y a, d'ailleurs, un autre inconvénient grave à ces fuites : c'est que l'eau qui s'écoule ainsi, tend à raviver ces couches, à les entraîner plus profondément, à ouvrir de nouveaux passages à l'eau, et ainsi à augmenter continuellement les pertes. et même, dans quelques circonstances, à faire crouler le puits.

Cet état de choses est très-fâcheux, et toutes les fois que le volume d'eau d'un puits artésien diminue, on doit être disposé à considérer cette diminution de produit comme provenant d'un défaut de construction, et prévoir que ce produit s'anéantira dans un laps de temps plus ou moins long; malheureusement, les avaries qui proviennent de ce fait sont à peu près impossibles à réparer, si ce n'est par un nouveau tubage, ou bien en battant les tuyaux pour rendre les jonctions plus étanches; mais alors, on court le risque de les déverser dans les ravines qui se sont formées, et de perdre tout l'ouvrage.

Un tubage fait avec de très-grands soins est donc un moyen sûr pour obtenir d'un puits foré toute l'eau que la couche géologique est capable de fournir par cet orifice de déversement, et d'assurer la longue conservation du produit primitif.

D'après ce principe, on voit qu'il convient de tuber jusqu'à la nappe d'eau réellement jaillissante à laquelle on veut s'arrêter, et même à travers les nappes supérieures et moins profondes, dans des couches géologiques plus perméables qui, loin d'augmenter le volume des eaux, tendraient au contraire à le diminuer, et pourraient entraîner l'anéantissement du puits.

Le tubage des puits forés s'exécute généralement aujourd'hui avec des tubes en fonte, en fer, en cuivre ou en bois.

Le tubage en bois est excellent et a une longue durée, mais on ne peut l'admettre que pour des puits d'une profondeur modérée, et, d'ailleurs, il est limité à des percements de 12 à 15 centimètres.

Le tubage en cuivre présente beaucoup de garantie et dure aussi fort longtemps; les seuls inconvénients qu'on y signale, c'est qu'il coûte fort cher, et que, par quelque action galvanique encore inconnue, le métal peut s'oxyder, et, par conséquent, rendre les eaux insalubres et d'un usage dangereux.

Les tubages en fonte et en fer sont donc aujourd'hui les

plus usités; mais ici, il s'est présenté un phénomène curieux dont il est nécessaire de dire un mot.

A mesure qu'on s'enfonce dans la croûte du globe, on rencontre des couches de nature et de densité variables; mais, indépendamment de ces faits connus de tout le monde, ces couches se trouvent dans un état de tension électrique très-différent, et quand on met en communication quelques-unes d'entre elles situées à des profondeurs très-différentes, au moyen d'un fil électrique, il s'établit dans ce fil un courant électrique qui y circule en revenant à travers la masse du terrain. On conçoit dès-lors qu'un tuyau en métal enfoncé à une grande profondeur joue ici le rôle de conducteur électrique entre les couches profondes et les couches superficielles, et qu'il doit y circuler constamment un courant électrique. Or, les fontes et les fers qu'on emploie dans un tubage n'ont pas une composition absolument identique, la chose même est impossible à réaliser, et il en résulte que le courant électrique détermine entre ces parties hétérogènes une réaction qui tend à les oxyder et à les détruire. C'est, en effet, ce que l'expérience a démontré, et qui indique que, non-seulement il faut employer au tubage en fer les matières les plus pures et les plus homogènes qu'on puisse se procurer, mais qu'on doit, en outre, les faire enduire de zinc, afin de balancer, autant qu'il est possible, l'action oxydante de l'électricité et des parties hétérogènes.

Un puits artésien qui n'est pas entièrement tubé donne très-souvent lieu à des éboulements et à des ensablements qui l'encombrent et rendent son produit nul. On remédie aisément à cet accident en le curant et en complétant ce tubage, mais c'est toujours avec des frais assez considérables qu'on aurait pu éviter.

On a des exemples de puits artésiens mal ou incomplètement tubés, qui se sont ensablés au bout de très-peu de temps après leur percement, tandis qu'on en cite d'autres où, en prenant toutes les précautions convenables, on est parvenu à leur conserver tout leur régime primitif. On cite entre autres, comme exemple, l'ancien puits de Villers qui a été foré en 1126, et qui fournit encore aujourd'hui un produit égal à celui qu'il a donné dès l'origine, tant un bon tubage a d'influence sur la conservation des puits. On a fait même remarquer que ce puits était tubé en bois, et qu'il n'exigeait d'autre entretien que le remplacement, tous les vingt-cinq ans environ, de celle des buses qui reçoit l'impression de l'air.

§ 18. PRODUIT DES PUITS ARTÉSIENS.

Le produit des puits artésiens est extrêmement variable d'un puits à l'autre, même quand ils sont placés dans le voisinage l'un de l'autre. Ce produit dépend d'une foule de circonstances : de la nature géologique du terrain, de la profondeur du forage, du diamètre du trou, etc., etc. On cite des puits qui ne produisent en une minute que quelques litres à la surface du sol; le puits de la caserne de cavalerie, à Tours, a donné 1,110 litres par minute, à $1^m.80$ au-dessus du sol. On peut citer des puits qui donnent 2,000, 3,000 litres, et plus, et, aujourd'hui même, on creuse dans la plaine de Passy, près Paris, un puits artésien à grande dimension, destiné à fournir, à ce qu'on espère, un immense volume d'eaux jaillissantes, et à alimenter ainsi la rivière du bois de Boulogne et les innombrables fontaines destinées à son arrosage.

Nous n'entrerons pas dans plus de détails sur ce sujet, dans lequel il est difficile de poser des principes sur le rendement probable d'un puits; mais nous ferons remarquer que, depuis un certain nombre d'années, on n'a pas craint d'augmenter la profondeur et le diamètre des puits forés, et, par conséquent, qu'on en a obtenu des produits de plus en plus considérables. Nous ne pouvons prévoir à quelle limite s'arrêtera la production de ces sources artificielles et jaillissantes.

§ 19. FORAGE DES GRANDS PUITS ARTÉSIENS.

Nous ne croyons pas qu'on puisse donner dans un ouvrage de la nature de ce Manuel, la description complète de tous les procédés et de tous les outils qui ont été inventés dans ces derniers temps pour forer les grands puits artésiens. Ce serait une tâche ingrate et peu profitable au lecteur, parce que les généralités dans lesquelles nous sommes entrés, suffisent pour en donner une idée exacte. D'ailleurs, beaucoup de ces procédés ou de ces outils n'ont été inventés par les foreurs que pour des besoins particuliers, ou pour vaincre des difficultés qui se sont présentées dans leurs travaux. Nous préférons donc exposer quelques exemples de divers modes de sondage employés dans ces derniers temps, qui serviront mieux à faire comprendre l'état actuel de cette industrie.

I. *Système de tiges de bois avec armatures en fer destinées à prolonger les sondes sans en augmenter le poids, par M.* Degousée.

Ces tiges se composent de trois parties essentielles, savoir :
D'emmanchements en fer;
Du corps de la tige en bois;
D'armatures en fer reliant toutes les parties et les consolidant entre elles.

Des emmanchements en fer.—Les figures 100, 101 et 103 les représentent sous leurs faces et formes diverses : ils sont de deux sortes.

La première, fig. 100 et 101, est l'emmanchement plat avec la vis de jonction des sondes ordinaires.

Une forte rondelle $p\,p'$ sert d'épaulement à la tige de bois; le reste de l'emmanchement, à partir de cette rondelle, va toujours en s'amincissant de r en r', en forme de coin.

Les figures 100 et 101 montrent cette lame vue de face : elle est vue de profil dans les fignres 102 et 105.

Cet emmanchement s'adapte aux tiges de la manière suivante :

Après avoir fait une entaille à la tige en forme de souche, de p en d, fig. 102, on y introduit la partie conique $r\,r'$, fig. 100 et 101, et on y fixe, au moyen d'anneaux et de frettes en fer a, b, c, d, des rivets traversant la tige et la lame de l'emmanchement aux points a', b', c', d', comme l'indiquent des sections d', d'', c', c'', fig. 102, et le tout est ainsi maintenu invariablement.

La deuxième sorte d'emmanchement est celle à quatre branches g', g'', g''', fig. 103.

Ici, au lieu que le bois recouvre la lame unique de l'emmanchement, comme dans le cas que nous venons de décrire, fig. 100 et 101, ce sont, au contraire, les quatre branches de ce dernier g', g'', g''' qui s'incrustent dans la tige, fig. 104, et y sont fixées par de simples rivets a'', b'', c''', ou des frettes pareilles aux précédentes.

Du corps de la tige en bois. — Le corps de la tige est en bois, à peu près cylindrique, de 0m.08 à 0m.10 de diamètre et de longueurs qui varient de 5 à 7 mètres.

Des armatures en fer. — Le bois, laissé à nu dans toute sa longueur, a par lui-même une force suffisante pour résister au choc de la sonde par la percussion; mais la torsion résultant du rodage occasionnerait de fréquentes ruptures.

Pour obvier à cet inconvénient, nous garnissons les tiges,

dans toute leur longueur, d'armatures en fer auxquelles nous faisons subir diverses modifications.

Les principales, que nous nous contentons de figurer ici, sont :

Un ruban de fer spathé, disposé en hélice, fig. 102, et entourant de ses anneaux *e, f, g, h, i, j, k, l, m, n* tout l'intervalle de la tige, compris entre les dernières frettes *d, d'*, de manière à la cercler sans interruption dans toute son étendue ;

Des cylindres creux en tôle, fig. 104, qui, placés de distance en distance, garantissent les défectuosités du bois, sans presque nuire à sa légèreté : ces cylindres *v, x, y, z* sont simplement juxta-posés ;

Un fourneau en tôle *o, o'*, fig. 106, qui enveloppe la tige dans toute sa longueur, sans qu'un seul de ses points soit à découvert.

Ce fourneau est tellement adhérent au bois, qu'il suffit de le fixer aux deux bouts par des rivets *t, t', t'', t'''*, semblables à ceux décrits plus haut, fig. 102.

Par ce moyen on obtient une tige en fer creux dont l'intérieur est rempli de bois.

Les autres ferrures sont surtout destinées à la percussion ; cette dernière armature a le grand avantage de s'appliquer au rodage et à l'équarrissage ou au redressement des trous de sonde.

Les tiges ferrées ont l'immense avantage de ne pas poser dans le sondage, leur poids étant égal à celui du volume d'eau qu'elles déplacent.

Ces tiges permettent de fixer le poids de la sonde sans aucune variation, quel que soit l'approfondissement du forage ; ce qui laisse la facilité d'établir, dès le principe, la force motrice, sans obligation de l'augmenter et de la changer pendant le cours du travail, quelle que soit sa durée.

L'expérience des forages a enseigné qu'un des principaux obstacles qui s'opposent à un grand approfondissement consiste en ce que la sonde, en retombant, s'affaisse et se ploie, ce qui occasionne de fréquentes ruptures et la dégradation des parois du trou.

Le procédé représenté dans les figures 107 à 114, abstraction faite de sa partie pointée *fg*, a pour résultat de parer non-seulement à ce double inconvénient, mais encore de rendre infiniment moins pénible le travail du treuil.

a b est un grand balancier de 9 à 10 mètres de longueur, reposant sur un axe de rotation *c* et se mouvant dans un plan vertical.

L'extrémité qui aboutit à la sonde est entaillée, comme ci-contre, de façon à livrer passage à cette dernière, qui porte un arrêt *h* reposant immédiatement sur la surface du balancier.

Un boulon *mn* ferme l'entaille, et un contre-poids *p*, susceptible d'augmentation ou de diminution, est suspendu à la seconde extrémité du balancier.

Le tout a lieu sans préjudice du levier à battre *ef*, mis en mouvement par le mécanisme du treuil.

Cela posé, voici ce qui arrive, lorsque la sonde retombe :

Le balancier *ab* s'incline dans le sens de la percussion ; mais presque aussitôt il se redresse sous l'action du contre-poids *p*, calculée de manière à équilibrer un certain nombre de tiges, lequel varie suivant la longueur et le poids de la sonde.

Le fouet, destructeur des parois du trou et cause incessante de ruptures, se trouve donc annihilé par le fait du redressement immédiat de la sonde, dont le poids, par rapport au treuil, est considérablement augmenté par l'accroissement de profondeur, eu égard à la faculté d'ajouter proportionnellement au contre-poids *p*.

Tels sont les avantages du procédé décrit ci-dessus, avantages que ne possède pas à un si haut point le second procédé, qui consiste à prolonger simplement le levier à battre *ef* suivant *fg*.

La longueur totale *eg* varie de 7 à 8 mètres.

On fixe en *g* un cintre-poids qui équilibre une partie de la sonde, et on obtient ainsi la suppression du fouet.

Mais, avec cet unique levier qui remplit un double but, le mouvement est trop brusque pour que toutes les chances de rupture soient écartées ; c'est ce qui fait qu'on doit donner la préférence au premier procédé, bien qu'il offre une plus grande complication.

Indépendamment du système de leviers ci-dessus décrit, on peut encore diminuer le poids de la sonde en se servant des tiges creuses qui, possédant un diamètre supérieur à celui des tiges pleines, déplacent un volume d'eau plus considérable que ces dernières.

On peut faire en sorte que le poids de la tige creuse ne soit pas plus grand que celui d'une tige pleine, et alors tout l'avantage des premières sur les secondes se mesure d'après l'augmentation du volume d'eau déplacé.

Fig. 107, 108, 109 et 110, manière d'ajuster les emmanchements dans l'intérieur des tiges creuses.

ab, fig. 107, cylindre creux dans lequel on introduit à frot-

tement le cylindre plein *cd*, fig. 108, terminé par un épaulement *ef* et un emmanchement femelle.

ghk, ouvertures qui traversent le cylindre plein suivant le plan générateur, et auxquelles correspondent des ouvertures semblables et semblablement disposées sur le cylindre creux, de telle sorte que l'exacte coïncidence soit facile à établir.

Fig. 109, projection verticale.

Dans chacune de ces ouvertures on introduit, pour la fixation du cylindre creux au cylindre plein, une chevillette *mn*, qui les remplit exactement.

Cette chevillette possédant d'un côté un épaulement figuré sur le dessin et pouvant être rivée de l'autre après son introduction, on conçoit que la femelle est fixée au cylindre creux de manière à offrir toutes les garanties désirables de solidité.

Fig. 110, emmanchement mâle ou tenon fixé dans le cylindre creux d'après le procédé ci-dessus décrit.

Fig. 111, seconde manière de faire adhérer les tiges creuses aux emmanchements.

ab, emmanchement complet dont les extrémités se terminent par deux boîtes cylindriques *cd*, *c' d'*, filetées intérieurement et d'un diamètre suffisant pour envelopper les tiges creuses qu'on leur présente.

Ces dernières, filetées extérieurement sur une hauteur égale à la profondeur des boîtes, se vissent dans celles-ci jusqu'à la rencontre des épaulements *mn*, *m' n''*.

La fixation établie d'après ce procédé a l'avantage, sur le premier, de donner lieu à un poids moins considérable ; mais peut-être n'offre-t-elle pas les mêmes garantie de solidité.

L'usage seul, au reste, peut le démontrer.

Les fers creux n'étant débités en fabrique que sur une longueur de 4 mètres, il faut pouvoir établir la jonction de deux morceaux, afin de posséder des tiges d'une longueur suffisante et d'éviter la multiplication des emmanchements, d'un poids toujours assez considérable.

Fig. 112, *ab*, *bc*, tiges revêtues, extérieurement, d'un pas de vis et enveloppées d'un manchon à six pans *def*, fileté intérieurement dans toute sa longueur.

On y visse les deux tiges creuses jusqu'à ce qu'elles se rencontrent suivant une ligne *bk*, également distante des deux bases du manchon, et la jonction se trouve de la sorte établie.

Indépendamment de tous les appareils de levier ci-dessus décrits, dans le but de prévenir le fouet de la sonde contre les parois du trou, on doit, pour surcroît de garantie contre

cette cause de destruction, disposer de distance en distance, sur les tiges, des lanternes comme celle *a*, fig. 113.

Fig. 114, tige sur laquelle on dispose deux embases *p*, *q*, distantes de 3 mètres.

Entre ces embases peut librement circuler une masse de bois d'un diamètre peu différent de celui du trou.

Deux cercles en fer sont ajustés sur cette masse de bois pour l'empêcher d'éclater.

Cet appareil prévient, par le refoulement qu'il opère dans la colonne d'eau, la rupture de la sonde en plusieurs morceaux, lorsque celle-ci échappe ou se casse à une certaine hauteur au-dessus du fond du trou.

J'ajouterai, pour terminer, que la sonde ne doit pas se composer uniquement de tiges creuses; les tiges pleines en constituent essentiellement la partie inférieure, et dans une certaine proportion, par rapport aux premières.

Le but du brevet et de l'addition demandée est de rendre les tiges aussi maniables que le prescrit un travail accéléré; de n'avoir qu'un poids voulu, et d'être toujours maître de rôder ou de battre, quelle que soit la profondeur du forage.

II. *Appareils de sondage à de petites profondeurs, par* M. de Travanet.

Dans les sondages à de petites profondeurs faits par la méthode ordinaire, qui ne coûtent guère plus d'une journée de travail, il faut perdre beaucoup de temps pour transporter la baraque et tout l'appareil de sondage, et ajuster à chaque nouveau trou les divers organes du mécanisme. Par le nouveau système, qui fait l'objet d'un brevet de 15 ans, pris le 12 mars 1851, toutes les pièces du mécanisme, la baraque de sondage, le manége, le contre-poids, font corps ensemble, et sont tous placés sur la même charpente; de sorte que, quelles que soient la position et l'orientation de la baraque de sondage, toutes les pièces et les organes du mécanisme sont toujours dans une position relative exactement semblable, ce qui permet de commencer le travail aussitôt que la baraque est amenée sur l'emplacement désigné. Cette disposition avantageuse est une des parties caractéristiques du nouveau système.

Voici les organes dont se compose le nouvel appareil représenté dans les figures 115 à 130:

1° Une baraque surmontée d'un mât très-élevé, pour soutenir la sonde entière hors du trou.

2° Un manége à manivelle, établi sur la charpente même

de la baraque, avec laquelle il fait corps, et faisant l'office du cabestan lors du déplacement de tout l'appareil ;

3° Un contre-poids et son support, faisant également corps avec la charpente ;

4° Une barre ou tige de sonde, d'une seule pièce et d'une longueur au moins égale à la profondeur que l'on se propose d'atteindre ;

5° Une ferrure élévatrice, pouvant saisir et pincer la tige de sonde à un point quelconque de sa longueur, pour l'élever à la hauteur voulue et la laisser retomber alternativement, et ne gênant en rien, en redescendant, le mouvement de rotation horizontale que l'on imprime à la sonde pour rôder le fond et les parois du trou ;

6° Des clefs ou tourne-à-gauche, consolidés d'une manière particulière et servant à la double fin de diriger la chute de la sonde dans le sens voulu, et de lui faire décrire à chaque coup une partie de circonférence ou un arc d'environ 300 degrés, et cela pendant que la ferrure élévatrice redescend ;

7° Une plaque de garde, placée sur la traverse centrale de la baraque et percée d'un trou directement à l'aplomb du mât ;

8° Des trépans d'une forme particulière ;

9° Des tuyaux à soupape de sûreté ;

10° Une plaque de serrage à vis de pression, pour arracher la sonde dans certains cas ;

11° Des verrous de retenue adaptés au mât, pour maintenir la sonde dans une rainure ou coulisse qui est pratiquée au mât ;

12° Des poulies, disposées pour mâter ou dresser facilement la sonde.

La baraque, qui a la forme d'un cube de 3 mètres de côté, a cela de particulier que son couronnement ou entablement a une solution de continuité du côté de la porte, c'est-à-dire que la pièce de bois du devant est sciée sur 10 centimètres de largeur, pour laisser libre le passage de la tige de sonde lorsqu'on veut la dresser contre le mât ou qu'il devient ensuite nécessaire de la descendre. Cette ouverture est également nécessaire pour passer les tuyaux à soupape qui servent à nettoyer le trou de sonde ; de plus, il est préférable que la couverture en soit plate, pour ne point gêner le jeu de la chaîne et faciliter la pose des poulies de renvoi. Le mât, qui aura au moins 10 mètres, est soutenu sur le plancher supérieur de la baraque par deux pièces de bois parallèles appelées jumelles, disposées pour laisser libre le passage de la tige de sonde et des autres outils ; c'est sur le prolongement

de ces deux pièces de bois qu'est soutenu le tourillon supérieur de l'axe du manége, et plus loin la poulie du contre-poids. Le mât, boulonné entre ces deux pièces, est soutenu par au moins quatre arcs-boutants qui viennent s'appuyer sur les coins de l'entablement de la baraque; il peut, en outre, être soutenu vers le haut par des fils-de-fer, pour éviter le balancement dans les grands vents et le consolider pour les occasions où il sert à dresser la sonde. Le mât est un tronc de pyramide dont les bases sont rectangulaires, et qui ont pour côtés, l'une, la base inférieure, 12 centimètres sur 16, et l'autre 8 centimètres sur 12. Sur la face verticale qui correspond aux deux plus fortes dimensions, 16 pour le bas et 12 pour le haut, on a pratiqué une rainure de 5 centimètres de largeur et autant de profondeur.

Le manége est composé d'un axe vertical en fer ou en bois, et d'un bras de levier n'ayant pas plus de 2 mètres de longueur, afin d'obtenir plus de tours dans le même temps; sa partie inférieure est appuyée sur le prolongement de la pièce de bois que j'appelle la pièce centrale, qui traverse la baraque par le milieu, du fond vers la porte; sa partie supérieure tourillonne entre les deux pièces de support du mât, qui sont prolongées suffisamment à cet effet, et elle sert aussi de support à la poulie du contre-poids.

Cette partie, que j'appellerai le tourillon supérieur, est traversée par la manivelle, qui est une pièce de bois ou de fer de 1m.60 de longueur, placée horizontalement et faisant un angle droit avec l'axe du manége, qu'elle traverse. Cette manivelle est percée de trous verticaux de 10 centimètres en 10 centimètres, à partir du point central.

C'est dans ces trous, de 25 millimètres de diamètre, que se place un boulon de fer que j'appellerai la cheville ouvrière, et que l'on éloigne plus ou moins du centre, selon que l'on veut obtenir une chute plus ou moins grande du trépan ou d'un autre outil agissant par percussion. Le jeu de cette manivelle est facile à saisir : au moment où elle se rapproche de la baraque, la ferrure élévatrice, à laquelle elle communique par une chaîne passant sur des poulies de renvoi disposées à cet effet, descend librement le long de la sonde; et quand la manivelle, continuant son tour, s'éloigne, cette ferrure remonte et élève la sonde.

Lorsque l'axe du manége est en fer, sa partie inférieure est munie d'un tambour en bois de 20 centimètres de longueur et autant de diamètre, sur lequel s'enroule un câble lors du déplacement de la baraque, lorsque le manége fait l'office de cabestan : ce tambour devient inutile lorsque l'axe

du manége est en bois, car alors le diamètre de l'axe lui-même est suffisant pour en tenir lieu ; le bout du câble est attaché à un pieu fixé dans la terre, du côté où l'on veut diriger la baraque; le câble, en s'enroulant sur le cabestan, l'attire à lui et attire en même temps tout l'appareil, que l'on fait glisser sur des membrures de chêne mouillées, ou, si le terrain le permet, sur des rondins ou rouleaux de bois. Si l'on devait aller longtemps dans une direction à peu près droite, on pourrait faire marcher la baraque sur une portion de chemin de fer, en adaptant des roues à sa base ; mais le peu d'espace que l'on parcourt ordinairement, rend le plus souvent cette dépense inutile. Les pièces de bois longitudinales de la base de la baraque sont prolongées d'environ $4^{m}.50$ en avant, et toute cette partie, que j'appellerai la plate-forme du manége, et où marchent les ânes qui la font mouvoir, est planchéiée, de sorte que, lorsque le manége fait l'office de cabestan, ces animaux se transportent eux-mêmes avec tout l'appareil de sondage.

Le contre-poids est une partie essentielle du mécanisme, car la sonde exige quelquefois de violents efforts pour être enlevée, et alors le contre-poids vient en aide à l'animal qui sert de moteur ; il est en avant du manége, sous le prolongement des jumelles qui supportent le mât, et diamétralement opposé à la poulie de renvoi de la ferrure élévatrice ; la chaîne qui l'élève passe sur une seule poulie, que j'appellerai poulie girouette, parce qu'elle est disposée sur une ferrure à pivot et à queue, ou gouvernail, qui la force toujours à se tenir dans le même plan que la chaîne qui passe dessus ; le poids du contre-poids doit dépasser un peu la moitié du poids de la sonde, de manière que dans les circonstances ordinaires l'âne tire autant, et même un peu plus, en enlevant le contre-poids qu'en enlevant la sonde, et cela afin que le contre-poids agisse non-seulement contre le poids de la sonde, mais encore contre les frottements que celle-ci éprouve dans le trou, frottements qui occasionnent quelquefois une résistance égale à celle du poids de la sonde. Le contre-poids, outre qu'il soulage les ânes, soulage aussi la manivelle et l'axe du manége, dans lequel l'effort de torsion est d'autant moins grand. Le contre-poids est ordinairement en fonte ou en pierre ; on peut ainsi faire usage d'un seau ou d'une caisse que l'on remplit d'une matière lourde, afin de pouvoir modifier à volonté son poids lorsque la résistance de la sonde est plus ou moins grande, suivant les terrains qu'elle a à traverser.

Pour accélérer le travail à de petites profondeurs, de 10 à

15 mètres, j'emploie des tiges d'une seule pièce, qui, n'ayant aucun raccord, se logent tout entières dans la rainure du mât et permettent à la ferrure élévatrice de descendre librement tout le long de la sonde, ce qu'elle ne pourrait faire s'il y avait des parties plus fortes à l'endroit des emmanchements ou raccords; le bout de la tige est pointu et arrondi, pour glisser plus facilement dans la rainure du mât. Les tiges que j'emploie pour des sondage de 18 à 20 mètres sont en fer carré de 28 millimètres de côté.

La ferrure élévatrice, qui joue un si grand rôle dans tout le système, est d'une simplicité extrême ; c'est un fer plat d'environ 50 centimètres de longueur, 6 de largeur et 3 d'épaisseur; elle est percée au milieu d'un trou de 3 centimètres de diamètre, où doit passer la chaîne qui correspond à la cheville ouvrière; la chaîne glisse à volonté dans ce trou, et y est retenue par une cheville de fer coudée à angles droits, que j'appellerai l'équerre, et que l'on place dans la maille convenable pour rallonger ou raccourcir la chaîne, d'après la course actuelle de la manivelle. Cette ferrure est amincie et rétrécie d'un bout, que j'appellerai la queue, pour donner plus de poids à la partie antérieure, et la faire pencher de manière que, suspendue par la chaîne, elle ne se tienne pas horizontalement, mais, au contraire, inclinée de 20 à 30 degrés avec l'horizon. A 12 centimètres de ce trou, de milieu en milieu, est pratiqué un autre trou dans lequel est ajustée une bague d'acier d'un diamètre interieur égal à la diagonale de la section de la sonde, c'est-à-dire, d'environ 40 millimètres de diamètre; c'est dans cette ouverture que passe la tige de la sonde. Lorsque la ferrure élévatrice descend, le léger frottement qu'elle éprouve le long de la sonde tend à la mettre dans une position horizontale, et alors elle descend librement le long de la tige ; arrivée à l'extrémité de sa course, lorsque, sollicitée par la manivelle du manége, elle veut remonter, ce même frottement tend à l'incliner davantage. Il en résulte un serrage ou un pincement de la tige tel, qu'aucun effort ne pourrait alors la faire glisser, parce que cette pression augmente en proportion de l'effort à vaincre. En effet, la pression exercée sur la barre est égale à la traction de la chaîne multipliée par le rapport qui existe entre la distance des deux trous de la ferrure qui représente le bras de la puissance, et celle des parois du trou où passe la tige, qui représente le bras de la résistance. La distance des deux trous étant de 12 centimètres, et celle des parois du trou n'étant que de 4, il s'ensuit que le rapport est de 3, et, par conséquent, la pression sur la tige est triple de

l'effort de traction de la chaîne ; de plus, cette pression existe des deux côtés opposés de la tige, de sorte que le frottement produit par cette pression suffit toujours pour empêcher la ferrure de glisser le long de la tige au lieu de l'enlever. Lorsque la cheville-ouvrière arrive à la fin de sa course, et que, par conséquent, la sonde est élevée à la hauteur voulue, la queue de la ferrure élévatrice rencontre un obstacle insurmontable, une cheville de fer placée sous les deux jumelles, qui change la nature de l'effort qu'elle a à supporter ; car, sollicitée par son milieu et retenue par l'obstacle, la partie antérieure seule continue à monter et tend à mettre la ferrure dans une position horizontale ; alors, la pression exercée sur la tige de la sonde cesse, la ferrure élévatrice s'échappe, se met instantanément dans une position horizontale, en s'arrêtant sous le mât, qu'on a ferré en cet endroit, pour qu'il ne soit pas endommagé par ces coups violents. Ainsi placée, elle laisse libre la sonde qui tombe immédiatement dans le trou et accomplit sa chute avant que la ferrure élévatrice commence à descendre ; la sonde, une fois retombée, peut recevoir un mouvement horizontal du tourne-à-gauche sans être gênée par la ferrure, qui descend librement, les frottements légers qu'elle éprouve tendant, au contraire, à la mettre dans une position qui se rapproche assez de l'horizontale pour que le jeu de la tige de la sonde soit tout-à-fait libre.

Lorsque l'on veut retirer la sonde au moyen de la ferrure élévatrice, il suffit d'allonger la chaîne de quelques mailles, et la ferrure élévatrice, ne montant plus assez haut pour rencontrer la cheville d'arrêt, ne s'échappe plus avec violence, mais redescend librement le long de la sonde, qui est retenue suspendue par un cliquet qu'on décrira en parlant de la plaque de garde ; elle l'enlève de nouveau, et à plusieurs reprises, jusqu'à ce qu'elle soit tout entière hors du trou.

Les clefs ou tourne-à-gauche sont de deux sortes : celles qui ne servent qu'à visser les outils à la tige de sonde ou à tourner la tarière, la spirale ou autres outils qui n'agissent que par rotation, sont, comme des clefs ordinaires, faites avec du fer d'une section à peu près égale à celle de la sonde, que nous avons dit avoir 28 millimètres de côté ; celles, au contraire, qui servent à diriger la chute de la sonde, et qui reçoivent de violents contre-coups lorsque le trépan tombe ou porte à faux sur quelque nœud ou portion de terrain plus dur, qui n'occupe qu'une partie du trou de sonde, doivent être faites très-solides. Voici donc la manière dont elles doivent être exécutées : les côtés ou mâchoires de la clef, faits en fer

d'environ 40 millimètres carrés, ne sont réunis ou soudés ensemble qu'à 30 centimètres environ de leur extrémité, pour obtenir ainsi une certaine élasticité; à 10 centimètres de l'extrémité, ils sont retenus par une bride ou anneau plat en fer d'environ 40 millimètres de largeur sur 15 d'épaisseur, qui enveloppe les deux mâchoires de la clef, les maintient et reçoit tout l'effort du contre-coup. Cette bride est maintenue dans cette position par un coin de fer très-aigu que l'on passe entre elle et la mâchoire de la clef, et qui sert aussi à en régler l'ouverture; car, sans la bride, la clef, n'ayant que 26 millimètres à la réunion des deux mâchoires, s'ouvrirait à 35 millimètres à l'extrémité si la bride ne la tenait serrée suivant les exigences de la barre, c'est-à-dire, de 29 à 30 millimètres, pour laisser un peu de jeu. Comme on le voit, les deux mâchoires ne sont pas exactement parallèles; c'est afin de laisser un peu d'entrée à la barre ou tige de sonde. L'intérieur des mâchoires est acéré, à partir de l'anneau ou bride, jusqu'à l'extrémité; autrement, le frottement continuel de la tige de sonde les aurait bientôt déformées. Les clefs ou tourne-à-gauche servent aussi de modérateurs pour laisser descendre lentement la sonde lorsqu'elle a été retirée tout entière du trou, pour visiter ou changer l'outil. A cet effet, un trou de 20 millimètres de diamètre est percé à environ 6 centimètres en avant de l'anneau; et, lorsqu'on veut descendre la sonde, préalablement passée dans la clef, on passe dans ce trou une cheville de fer, et, relevant la tige du tourne-à-gauche, on produit sur la sonde une pression que l'on règle à volonté pour la laisser descendre plus ou moins vite. Il est un autre cas où les clefs ou tourne-à-gauche servent au contraire d'accélérateurs; c'est lorsque l'outil, gêné momentanément dans sa course par un peu d'argile qui s'y est attachée, ou par l'engorgement du trou de sonde, descend trop lentement. On exerce sur la tige, au moment où s'échappe la ferrure élévatrice, une forte pression qui la tient suspendue, et, après que la ferrure élévatrice redescendue élève la sonde et s'échappe de nouveau, on baisse complètement la main que l'on avait déjà baissée au moment où la ferrure élévatrice recommençait à monter, pour laisser libre la tige de sonde entre les mâchoires. La sonde, tombant ainsi librement d'une hauteur double, arrive au fond du trou avec un mouvement accéléré qui lui fait surmonter plus facilement le frottement qu'elle éprouve contre les parois du trou, et suffit quelquefois pour la débarrasser de la terre grasse qui s'y était attachée. Les tourne-à-gauche ont au moins 1 mètre 30 centimètres de longueur, tout compris,

pour donner un bras de levier assez long à l'ouvrier qui les tient. Ils servent à faire tomber la sonde sur divers points de la circonférence, à la volonté de l'ouvrier, qui tient continuellement la tige de la clef dans la main droite, et qui fait ordinairement trois quarts de tour aussitôt que la sonde est tombée, de sorte que la percussion et le rodage ont lieu à chaque coup. Quand, malgré ce rodage, il se forme au fond du trou des cornes ou aceroes, l'ouvrier fait tomber de préférence l'outil sur ces cornes, en dirigeant la clef du côté où il a senti plus de résistance, et où il a vu la tige remonter sensiblement; et si les cornes forment un angle tellement aigu que le trépan ne puisse mordre dessus et glisse à côté, il suspend alors la percussion, et, plaçant la ferrure élévatrice au plus haut de sa course, où, étant parfaitement horizontale, elle ne gêne en rien le mouvement de la sonde, il continue à rôder jusqu'à ce que l'extrémité des cornes soit sensiblement usée; il fait reprendre alors le travail par percussion.

La plaque de garde est une grande plaque de fer boulonnée sur la traverse centrale de la baraque, et percée directement à l'aplomb de la rainure du mât, d'un trou de 8 centimètres de diamètre; elle sert, entre autres choses, à maintenir la tige et à l'empêcher de frotter contre les parois du trou, qui, quelquefois très-tendres dans la partie supérieure, se dégraderaient et s'évaseraient en pure perte. Cette plaque est munie d'un ciseau à tourillons, de 30 centimètres de longueur, que j'appelle cliquet, qui vient s'appuyer sur la tige de la sonde et la retient lorsqu'il s'agit de la remonter tout entière; pour que ce cliquet agisse avec une énergie suffisante pour retenir la tige par la pression qu'il exerce sur elle, il faut que la distance des tourillons à la base ou tige de sonde soit calculée de telle sorte, qu'il fasse avec l'horizon un angle compris entre 5 et 10 degrés.

Bien que l'on puisse employer des trépans ordinaires, néanmoins, je donne de préférence, aux trépans, une tige cylindrique de 45 à 50 millimètres de diamètre pour une ouverture de trou de sonde de 7 centimètres, et j'augmente encore cette force si le trou de sonde doit être d'un diamètre plus grand; je leur donne une longueur à peu près égale à celle de la hauteur de la baraque, c'est-à-dire, de 3 mètres pour la baraque ci-dessus décrite. Ces fortes dimensions ont pour but d'éviter, par la rigidité de l'outil, la déviation dans les terrains hétérogènes, où la dureté inégale l'occasionne fréquemment avec des outils plus courts. La lame du trépan, qui a environ 30 centimètres de longueur, a la même

largeur que le corps du trépan; seulement, elle s'élargit à l'extrémité, où elle a 7 centimètres, pour ouvrir le trou de sonde de ce même diamètre. J'emploie des trépans plus courts pour commencer le trou de sonde, dans les cas où la dureté du sol à la surface exige tout d'abord le travail par percussion; du reste, ces outils ne différant que par leur tige de ceux généralement employés et livrés au commerce par les divers fabricants d'outils de sondage, je ne les décrirai pas plus au long. Je ne décrirai pas les spirales, tarières et autres outils de sondage employés généralement, et dont je fais également usage; je dirai seulement que je donne la préférence aux vis pour réunir les différents outils à la tige de sonde. Je ferai à cet égard une observation importante : il arrive, au bout d'un certain temps, que les chocs multipliés écrasent un peu la partie extérieure de la douille et l'épaulement de la vis, et que le bout de cette dernière vient porter au fond de la douille, ce qui occasionne bientôt sa rupture; il faut donc avoir soin de le limer de temps en temps et de le tenir toujours d'environ 1 millimètre plus court que la profondeur de la douille.

Les tuyaux à soupape sont en fer-blanc et très-légers; je leur donne 5 mètres de longueur et seulement 6 centimètres de diamètre extérieur, pour leur facile introduction dans le trou de sonde; ils sont munis à leur partie supérieure d'une vis qui sert à les adapter à des rallonges lorsque la profondeur le demande, et à leur partie inférieure, d'un double entonnoir en plomb, que j'appelle la soupape, percé d'un trou de 25 millimètres de diamètre, sur lequel s'applique un boulet également en plomb, de 28 millimètres de diamètre, qui se lève lorsque la pression de la vase l'y oblige, et vient fermer exactement l'ouverture lorsque le godet est plein. Deux petits trous de 15 millimètres de diamètre sont pratiqués à la partie supérieure, immédiatement sous la vis; autrement, l'air contenu dans le godet s'opposerait à l'introduction de la vase par le bas. Ces trous servent également à retenir le godet sur la plaque de garde, au moyen d'une cheville de fer que l'on y introduit au moment où l'on veut visser ou dévisser une des rallonges, qui sont des tringles légères, pour plus de facilité. Il est nécessaire que le double entonnoir ou soupape, ainsi que le boulet, soient en plomb et non pas en fer, afin que, si, par accident, l'un et l'autre restent au fond du trou, ils soient plus facilement broyés par le trépan.

La plaque de serrage a pour objet d'arracher la sonde lorsque les autres moyens de l'enlever sont insuffisants : c'est une pièce en fer de 20 centimètres de longueur, 6 centimè-

tres de largeur et 6 centimètres d'épaisseur ; elle est renflée au milieu sur la largeur, et percée d'un trou de 6 centimètres de diamètre en forme de fer-à-cheval, ayant d'un côté une rainure ouverte de 28 millimètres de largeur pour l'introduction de la tige de sonde ; cette dernière étant introduite, on place entre elle et la ferrure des coins remplissant le vide existant entre la tige et la ferrure ; et c'est sur l'un de ces coins que s'exerce l'effort d'une vis de pression horizontale, qui retient la plaque de serrage immédiatement au-dessus de la plaque de garde.

A chaque extrémité de la plaque de serrage sont placées verticalement deux fortes vis de pression, dont la tête carrée est en dessus et dépasse la plaque de quelques centimètres, et dont le bout arrondi sort à peine en dessous et porte sur la plaque de garde ; on tourne ces deux vis simultanément, et l'effort de pression qu'elles exercent sur la plaque de garde réagit sur la plaque de serrage, et, par conséquent, sur la sonde, contre laquelle elle est fortement serrée : celle-ci, quelle que soit la résistance qu'elle éprouve au fond du trou, finit par céder à un si violent effort. Dans les terrains où la sonde se prend souvent au fond du trou, on place entre le bout des vis et la plaque de garde de petites crapaudines d'acier, pour éviter d'endommager la plaque de garde ; si, au lieu de fer on veut employer la fonte pour cet outil, il faudra forcer un peu les dimensions, et si l'on veut mettre des vis verticales à filets carrés, on perce dans la plaque des trous plus grands, de manière à y adapter des écrous en cuivre.

La tige de la sonde, que j'appelle aussi la barre verticale, est retenue dans la rainure du mât par quatre verrous au moins, c'est-à-dire, par quatre chevilles de fer passant dans des pistons ; ces verrous sont placés, l'un à la partie inférieure du mât, un autre à sa partie supérieure, et les autres entre ceux-ci, à des distances à peu près égales. Du reste, pour maintenir encore plus sûrement la tige de sonde dans la rainure et rendre sa déviation presque impossible, on a soin de faire pencher le mât un peu en arrière, de 2 à 3 centimètres par mètre. Cette légère inclinaison, qui influe, il est vrai, sur la direction du trou de sonde, n'a point d'inconvénient à de petites profondeurs, et la barre, s'appuyant sur le fond de la rainure, y trouve un soutien qui diminue la trépidation que les chocs lui font éprouver, et ne tend pas à en sortir lorsqu'on l'enlève tout entière hors des trous.

Pour arriver à pouvoir dresser facilement les barres ou

tiges de sonde, qui ont quelquefois 15 mètres et plus de longueur, le mât est percé à jour de deux mortaises dans le même sens que la rainure, une tout-à-fait à l'extrémité supérieure et l'autre à 5 mètres environ plus bas. Ces mortaises sont munies chacune d'une petite poulie ; on y passe des cordes que l'on va attacher à deux points correspondants de la barre, préalablement couchée en avant de la baraque, dont on a démonté le manége. Pendant que des hommes tirent ces cordes, le chef ouvrier fait tendre plus ou moins chacune d'elles, de manière que la barre, également sollicitée et soutenue en deux points, ne puisse se fausser par son propre poids dans ce mouvement ascensionnel. Une fois dans une position verticale, on la place dans la rainure et on ferme les verrous ; on la descend par le même moyen lorsqu'une réparation à y faire le demande.

La figure 115 représente le système complet de sondage, vu de profil, qui est le sens où l'on peut le mieux voir d'un seul coup-d'œil la disposition relative de tous les organes du mécanisme, le manége avec son contre-poids, la baraque avec son mât, et les pièces de charpente qui ont un rapport direct avec ce nouveau système de sondage.

a a a, perche ou bras de levier où s'attèlent les ânes employés à ce travail ; le plus souvent, on n'en met qu'un à la fois : ces animaux sont préférables aux chevaux pour cet usage, parce qu'étant plus petits, ils peuvent, sans être gênés dans leur mouvement, décrire une courbe d'un rayon plus court et faire plus de tours dans le même temps. Si cependant on jugeait à propos d'employer des chevaux, il faudrait augmenter le rayon du manège et par suite la charpente.

b b, axe du manège, fait en bois par économie.

c, manivelle du manège où s'adapte la cheville ouvrière.

c', au nombre de quatorze, sont autant de trous percés verticalement dans la manivelle pour pouvoir placer la cheville ouvrière à différentes distances du centre.

d, cheville ouvrière ou boulon qui traverse la manivelle.

d' d', double crochet qui peut tourner autour de la cheville ouvrière, et auquel s'adaptent d'un côté la chaîne du contre-poids et de l'autre celle de la ferrure élévatrice.

d², tasseau ou rondelle en bois qui tient la cheville ouvrière un peu élevée au-dessus de la manivelle.

e e e, chaîne qui, du crochet *d'*, va passer sur les poulies de renvoi *f* et *g* et s'attacher, au moyen de l'équerre *i i*, à la ferrure élévatrice *j j*.

e' e' e', chaîne qui, du crochet *d'*, va s'attacher au contre-poids.

f, poulies ou rouleaux de renvoi, tournant dans un plan horizontal, dont le châssis, qui s'adapte sur les jumelles x,x,x, peut s'enlever à volonté et très-facilement.

g, poulie de renvoi tournant dans un plan vertical.

g', poulie du contre-poids.

h, tasseaux de bois placés sur les jumelles et servant à élever un peu la poulie.

i i, triangle ou équerre en petites tringles, qui sert à retenir la chaîne à ferrure élévatrice : il faut avoir soin de mettre les branches de l'équerre assez longues pour éviter son introduction dans le trou de sonde, si accidentellement elle venait à y tomber.

jj, ferrure élévatrice vue au moment où, placée horizontalement, elle laisse retomber la sonde.

k, boulon ou cheville d'arrêt contre laquelle vient heurter la ferrure, et qui lui fait prendre cette position horizontale.

l l, tige de la sonde.

l', l', l', l', liens ou arcs-boutants du mât.

m m, axe de la poulie de renvoi *g'*.

n, collier du tourillon supérieur dudit axe.

n', crapaudine du tourillon inférieur du même axe.

o o, queue ou gouvernail de la poulie, terminée par un anneau *o'* dans lequel passe la chaîne *e'*, et qui sert à l'orientation de ladite poulie.

o', anneau de la queue ou gouvernail de la poulie du contre-poids.

Fig. 122, la poulie en contre-poids, vue de plan.

p, contre-poids.

q q q, mât ; le pointillé indique la rainure.

r, r, r, r, pitons où passent les boulons ou verrous qui retiennent la sonde dans la rainure du mât.

s, s, poulies placées dans le mât pour servir à dresser et descendre la tige de sonde.

t, au nombre de vingt, chevilles ou échelons pour monter au mât.

u, plaque de garde.

v, frette pour consolider le bout supérieur de l'axe du manége.

v', v', rebords inférieurs qui maintiennent le câble lorsque l'axe du manége sert de cabestan.

x, x, x, jumelles qui supportent le mât et une grande partie du mécanisme.

$x'x'$, pièce longitudinale et centrale de la baraque, dans le même plan vertical que les jumelles, et sur laquelle est fixée la plaque de garde.

y, trou percé sur l'axe du manége, pour attacher le cable lorsque le manège fait l'office de cabestan.

z, *z*, tasseaux ou coussinets de bois placés dans une coulisse pratiquée aux jumelles et qui retiennent l'axe vertical du manége.

z', en divers endroits, boulons qui servent à maintenir les assemblages.

A A, pièce de bois qui s'élève de la pièce longitudinale *x'x'*, entre les deux jumelles *x x x* et qui supporte les ferrures de la poulie du contre-poids.

B, trou pratiqué dans le montant A A pour y placer, de chaque côté, des tringles qui tiennent lieu d'arcs-boutants pour le consolider.

C, C, C, C sont des brancards verticaux où s'attèlent les ânes ; ils sont percés de trois trous, pour placer les traits de l'animal, suivant sa hauteur.

D, ferrure qui garantit le bout du mât.

E E, E E, liens ou croix de Saint-André, en tringles légères ou gros fils-de-fer, servant à consolider les montants de la baraque.

La figure 116 représente la partie inférieure de l'appareil de sondage, et principalement le plancher du manége.

a a a, *a a a* sont les deux pièces de bois longitudinales extérieures de la partie inférieure de la baraque et de tout l'appareil.

a' a' a' a', pièce longitudinale centrale.

b b, *b' b'*, b^2 b^2, traverses qui servent à assembler les pièces longitudinales.

c c, *c c*, *c c*, *c c*, *c c*, *c c*, *c c*, *c c*, sont huit traverses boulonnées sur les pièces longitudinales, et qui servent de support au plancher du manége.

c' c', *c' c'* sont des courbes boulonnées également sur les mêmes pièces et pour le même usage.

d, au nombre de quarante-deux, sont autant de planches clouées sur les traverses *c c* et servant de chemin aux ânes : cette disposition, plaçant les fibres du bois dans la direction du diamètre et, par conséquent, perpendiculairement à la direction de la ligne que suit l'animal moteur, paraît préférable à la méthode qui consisterait à planchéier tout le manége.

e, *e*, trous où viennent passer les tringles consolidant le montant qui supporte la ferrure de la poulie du contrepoids.

f, en huits endroits, sont autant de boulons tenant lieu de chevilles.

f', trou du tourillon pivot de l'axe du manége.

Les traverses *b b*, *b' b*, *b*² *b*² doivent être préférablement larges et minces, pour ne pas affaiblir la pièce longitudinale centrale qu'elles traversent dans toute leur épaisseur; 6 centimètres sur 15 de largeur sont une mesure convenable.

Quant aux autres parties de la baraque qui n'intéressent pas directement le mécanisme, chaque constructeur pourra les établir suivant son goût particulier; mais il devra toujours chercher à obtenir le plus de légèreté possible pour faciliter le déplacement, et préférer les boulons aux chevilles, et les tirants en tringles aux liens de bois, pour la légèreté et la facilité du démontage qui a lieu lorsque l'on veut se transporter à de grandes distances.

La figure 117 représente la partie supérieure de l'appareil de sondage vu de plan.

AAA, AAA sont les deux jumelles qui supportent le mât.

BB, BB, charpente supérieure ou entablement de la baraque.

CC, traverse postérieure de la baraque, assemblant les deux pièces ci-dessus.

D D, traverse antérieure de la baraque; on y remarque une solution de continuité en *d'*, pratiquée exprès pour laisser libre le passage de la tige de sonde quand on veut la dresser contre le mât.

d', ouverture laissée pour l'usage indiqué ci-dessus.

E, mât dont on ne voit que la section.

E', rainure pratiquée dans le mât pour la tige de sonde.

E², E², tasseaux ajoutés lorsque le mât ne remplit pas seul la place laissée entre les deux jumelles.

F, boulon qui maintient et serre le mât entre les jumelles.

F', F', F', F', boulons qui lient les jumelles sur la charpente supérieure de la baraque.

F², F², F³, F³, quatre autres boulons tenant lieu de chevilles.

GG, GG, GG, GG, boulons servant à lier ensemble les diverses parties de la charpente, et que je préfère aux liens de bois pour la légèreté et la facilité du démontage.

H, tourillon supérieur de l'axe du manége.

II, tasseaux encastrés dans les deux jumelles et qui maintiennent le tourillon de l'axe du manége.

J, montant en charpente qui supporte la poulie du contrepoids.

KK, boulon qui lie le montant J avec les deux jumelles.

L, collier supérieur de l'axe de la poulie du contre-poids.

La figure 120 représente la ferrure élévatrice.

A, ouverture ronde d'un diamètre égal à la diagonale de la section de la tige de sonde.

B, trou par lequel passe la chaîne du manége, et sous lequel elle est retenue par une cheville de fer coudée introduite dans l'une de ses mailles.

C C C C, bague d'acier adaptée à la ferrure.

La figure 121 représente, vue de plan, la plaque de garde munie de son cliquet.

P P P P est le corps de la plaque de garde.

A A est l'ouverture qui donne passage aux outils.

B, section de la tige de la sonde.

C C, cliquet représenté appuyant sur la tige de sonde et la retenant par la pression qu'il exerce sur elle.

D D, axe et tourillon du cliquet.

E, E, pitons adaptés à la plaque de garde, et dans lesquels tourne le cliquet.

F, trou pour boulonner la plaque de garde sur la pièce centrale.

La figure 122 représente la plaque de garde, vue de profil.

P P, corps de ladite plaque.

A, ouverture pour les outils.

B, tige de la sonde.

C C, cliquet.

D, tourillon du cliquet.

E, pitons adaptés à écrous sur la plaque de garde.

La figure 123 représente une clef ou tourne-à-gauche.

A A, une des mâchoires de la clef.

A' A', autre mâchoire de la clef.

B B, anneau qui enveloppe les mâchoires de la clef.

C C, cale ou coin de fer qui sert à régler l'ouverture de la clef.

D D, trou percé dans la clef et où se passe une cheville de fer, lorsqu'on veut se servir de la clef ou tourne-à-gauche comme modérateur, ou quelquefois, au contraire, comme accélérateur.

E E, E E, partie acérée.

La figure 125 représente la plaque de serrage destinée à arracher la sonde lorsqu'elle est retenue au fond du trou.

P P P, corps de la plaque de serrage.

A A, vis de pression agissant verticalement.

B B, vis de pression horizontale servant à serrer la plaque contre la tige de sonde.

C', C', C', C', fig. 124, cales que l'on rapporte dans l'ouverture D, et contre lesquelles s'exerce l'effort de pression de

la vis B, et qui le transmettent à la tige de sonde qu'elles retiennent prisonnière.

D, ouverture où se placent la tige de sonde et ses cales.

E, rainure par laquelle s'introduit la tige de sonde.

La figure 126 représente la plaque de serrage, vue de profil.

PP, corps de la plaque.

AA, vis de pression verticales.

B, tête de la vis de pression horizontale.

DD, remplacement de la tige de sonde; la largeur de l'ouverture est indiquée par les points D'D', D'D'.

La figure 127 représente un trépan.

A, vis qui sert à réunir le trépan à la tige de sonde.

B, partie plate qui sert à placer les clefs pour visser et dévisser l'outil d'avec la tige de sonde.

CCCC est le corps du trépan; il est cylindrique dans toute cette partie, qui peut dépasser 2 mètres de longueur; il est représenté coupé.

DD, lame du trépan.

E, biseau et taillant du trépan.

La figure 128 représente le trépan, dont la lame est vue de plat.

CC, corps du trépan cylindrique.

DD, lame du trépan vue de plat, et d'une largeur égale au diamètre du corps de l'outil.

EE, biseau ou taillant de la lame élargie au diamètre du trou de sonde; 10 centimètres au moins, à partir du taillant, sont en pur acier.

La figure 129 représente la monture inférieure, que j'appelle soupape, des godets ou tuyaux destinés à curer le trou de sonde, et où l'on voit un double cône ou entonnoir en plomb et un boulet également en plomb qui en vient fermer l'ouverture quand le tuyau est rempli.

La figure 130 représente le double cône ou entonnoir en plomb, vu de plan.

AAAA, corps du double cône ou entonnoir en plomb.

B, boulet en plomb qui ferme l'ouverture par laquelle s'est introduite la vase dans le tuyau.

On voit à côté de la figure 1 et à la figure 1' une disposition différente de la poulie du contre-poids, appelée poulie girouette; dans cette disposition, la poulie elle-même, placée du côté de la chaîne et de la cheville ouvrière, fait l'office de gouvernail et se tourne elle-même dans la direction de la chaîne; il faut alors placer le montant AA un peu plus

loin du centre, afin de laisser au contre-poids une place libre entre le montant et les brancards des ânes.

A A est le montant indiqué par les mêmes lettres dans la figure 115.

B, trou pour des tringles servant d'arcs-boutants.

c c, ferrure boulonnée au montant A A.

d, *d'*, boulons qui retiennent la ferrure ci-dessus.

e, collier du tourillon supérieur de l'arc vertical *f*.

e', crapaudine du tourillon inférieur ou pivot du même axe: ces deux pièces sont rivées à demeure sur la ferrure *cc*.

f, axe vertical servant à produire l'orientation de la poulie.

g g, support horizontal ou chape de la poulie.

h, *h*, liens ou jambes de force qui soutiennent le support horizontal de la poulie : ces liens pourraient également être placés au-dessus de la poulie et servir de tirants; dans ce cas, il faudrait placer le support horizontal de la poulie un peu plus bas.

i, anneau ovale dans lequel passe la chaîne du contre-poids, et qui facilite, par le frottement de la chaîne, l'orientation de la poulie.

j, poulie du contre-poids.

III. *Nouveaux perfectionnements apportés aux instruments de sondage*; par M. C. G Kind.

Les nouvelles dispositions imaginées par M. *Kind*, et pour lesquelles il a pris un brevet d'invention, ont pour but, dit M. Ch. Combes dans un mémoire inséré dans le tome 44, p. 344, du *Bulletin de la société d'encouragement :*

1° D'obtenir que le trépan, après avoir été soulevé à une hauteur déterminée au-dessus du fond du trou, se détache de l'attirail des tiges supérieures et tombe librement, de manière à acquérir toute la vitesse due à la hauteur de la chute dans le milieu où il est plongé;

2° De pouvoir forer, en dessous des tubes de retenue, par un diamètre plus grand que celui des tubes dans lesquels l'outil a dû passer en descendant et devant repasser en montant;

3° De s'assurer contre la rupture ou le *dévissage* du trépan pendant le *battage*.

L'outil de M. *Kind* se compose 1° d'un fort trépan à grosse tige T, fig. 135 et 136, de 1 mètre environ de longueur totale, terminé en haut par un pas de vis qui s'engage dans la douille A, taraudée en écrou; 2° d'une forte pièce en fer dite la tige (*bohrstange*), dont la longueur est de 5 à 6 mètres; celle-ci se visse à sa partie supérieure dans la douille

de la pièce A, fig. 131, 132, 133 et 134. La pièce A, en dessus de la douille A′, est de forme méplate ; elle s'engage et peut glisser entre deux platines pp, $p'p'$ fixées par quatre boulons à vis v, v, v, v sur les deux côtés de la pièce méplate en fer B, qui se prolonge supérieurement en une tige de petite section terminée par un pas de vis, au moyen duquel tout l'instrument est lié à la longue ligne des tiges en fer ou en bois, qui monte jusqu'au-dessus de l'orifice du puits foré. Le mécanisme au moyen duquel l'outil proprement dit, c'est-à-dire le trépan T, avec sa tige de 5 à 6 mètres de longueur, comprise entre les douilles D et D′, est saisi pour être soulevé et lâché pour le laisser tomber, est formé 1° de la pièce A, solidaire avec l'outil et qui peut glisser entre les platines pp, $p'p'$; 2° d'un système de deux branches qq' logées entre les mêmes platines, dont l'ensemble forme une pince capable de saisir et de lâcher l'outil ; 3° d'une combinaison de tiges et leviers articulés qui lient les extrémités supérieures des branches q, q' à un disque supérieur R pouvant monter et descendre le long de la tige qui surmonte la pièce B, et détermine le rapprochement ou l'écartement des branches q, q' de la pince, aux moments convenables. Le disque R est formé de trois rondelles de cuir superposées et pressées par les écrous f, f entre deux disques en tôle dd, d'un diamètre moindre, pour laisser aux bords du disque de cuir, dont le diamètre est égal à celui du trou de sonde, la liberté de se courber vers le haut ou vers le bas. Ce disque est posé sur la pièce plate g, laquelle peut glisser dans une entaille rectangulaire pratiquée dans la partie supérieure de la pièce B, jusqu'à ce qu'elle vienne butter contre les bords supérieurs des platines longitudinales pp, $p'p'$. Deux tiges t, t' se détachent de la pièce g, embrassent des deux côtés la pièce B, et coulent dans des cavités cylindriques ménagées moitié dans l'épaisseur de la pièce B, moitié dans celle des platines pp, $p'p'$. Ces deux tiges se terminent, en dessous de la pièce B, par des œils dans lesquels est passé un petit boulon horizontal, qui lie le système du disque R de la pièce g et des tiges t, t' aux extrémités des deux leviers courts e, e', liés eux-mêmes à articulation avec les extrémités supérieures des branches q, q' de la pince. Ces branches sont mobiles autour des boulons à vis h, h', fixés par des écrous aux deux platines pp, $p'p'$. Il résulte de ces dispositions que, lorsque le disque R est soulevé, il rapproche, par l'intermédiaire des petits leviers e, e', les extrémités supérieures des branches q, q de la pince, et écarte les extrémités inférieures s, s', comme on le voit fig. 133. Si, au contraire, le disque R s'abaisse, il

écarte, par l'intermédiaire des mêmes leviers, les extrémités supérieures, et détermine le rapprochement des extrémités inférieures s, s' des branches q, q' de la pince, comme on le voit fig. 132. D'un autre côté, la pièce A, solidaire avec le trépan et sa tige, et qui peut glisser contre les platines pp, $p'p'$ où elle est maintenue par l'anneau bb qui les réunit par le bas, se termine par une partie triangulaire a. Lorsque cette partie est engagée entre les branches de la pince ouverte, celles-ci, en se rapprochant, la saisissent en dessous, fig. 132, et toute la partie inférieure de la sonde est alors suspendue aux tiges. Si le disque R vient à monter le long de la tige, fig. 133, la pince s'ouvre, et l'outil dégagé retombe librement; toutefois sa course est limitée, parce que les oreilles c, c', solidaires avec la pièce A, viennent poser sur les bords supérieurs de l'anneau bb. Il est inutile de dire que les têtes et les écrous des boulons v, v, v, v, h, h' sont noyés dans l'épaisseur du métal de manière à ne point faire de saillie.

Le mouvement du disque R de haut en bas, ou de bas en haut, le long de la tige, est déterminé précisément aux instants convenables par l'action de l'eau, dont le trou de sonde est toujours rempli, sur ce disque. Ainsi la figure 132 représente la pince ayant saisi et tenant accrochée la partie inférieure de la sonde; le disque R est à la limite inférieure de son excursion. La sonde est alors soulevée, et l'on conçoit que, tant qu'elle sera élevée, la pression de l'eau, s'exerçant de bas en haut sur le disque R, tiendra celui-ci abaissé, et que les crochets de la pince ne lâcheront pas la partie triangulaire a; mais, lorsque la sonde sera arrivée à la limite de son ascension et qu'on la laissera retomber librement, en vertu de l'excès du poids des tiges sur les contre-poids qui les équilibrent en partie, le disque R pressé en dessous et poussé de bas en haut par l'eau dans laquelle l'appareil tombe, sera soulevé; les extrémités s, s' des branches de la pince s'écarteront et lâcheront le bas de la sonde, qui retombera au fond du trou, avec une vitesse bien plus grande que celle des tiges. Si la levée de la sonde n'excède pas la distance existant dans la figure 132 entre l'anneau bb et les oreilles c, c', l'outil frappera le fond du trou avant que les oreilles frappent l'anneau b; c'est ce qui devra toujours avoir lieu. L'outil étant arrêté au fond du trou, la pièce A est toujours engagée entre les platines $pp, p'p'$. Les longues tiges arrivent à leur tour, les branches ouvertes de la pince passent de chaque côté et s'abaissent un peu au-dessous de la saillie triangulaire a; dès qu'on relève les tiges, ces branches se rapprochent par le bas, et les crochets s, s' se rapprochent en dessous de

la saillie *a*, saisissent et soulèvent le trépan et sa tige. Cette ingénieuse disposition fait que l'outil tombe isolé, n'est pas retardé dans sa chute par l'énorme masse des tiges supérieures qu'il traîne après lui dans les sondes ordinaires, et arrive au fond du trou, animé de toute la vitesse due à la hauteur totale de sa chute dans l'eau. On peut donc équilibrer les tiges par des contre-poids, sans craindre d'augmenter la masse de l'attirail et de diminuer la force de percussion de l'outil; on n'est limité que par la durée de l'intervalle qu'on veut laisser entre deux coups consécutifs, durée qui doit être nécessairement plus grande que celle de la chute de l'attirail des tiges supérieures retardée par l'action des contre-poids.

La figure 137 représente la partie supérieure de la grosse tige du trépan (*bohrstange*), pourvue d'une pièce destinée à servir de guide au trépan pendant sa chute. Dans la portion qui se trouve immédiatement au-dessous de la douille D' (fig. 131, 132 et 133), cette tige est tournée sur une hauteur de $1^m,20$ environ; sur la partie tournée est enfilé le manche en bois M, et en dessous, le disque en cuir N. La fig. 137 *bis* est une section horizontale du manchon; il présente quatre larges cannelures pour le passage de l'eau. Le disque N a un diamètre un peu plus petit que celui du trou de sonde; il peut, tout comme le manchon, glisser le long de la partie tournée de la tige. Quand le trépan tombe, le disque et le manchon restent soulevés par la pression de l'eau et demeurent immobiles, tandis que la partie tournée glisse librement dans les ouvertures ménagées au centre de ces pièces. Il est entendu que la hauteur de la partie tournée comprise entre la douille D' et les bords de l'embase sur laquelle peuvent poser le disque et le manchon, doit dépasser la levée de la sonde. Ces pièces *guides* ne donnent lieu ainsi qu'à une résistance négligeable dans le cours de l'opération du sondage, car elles flottent à peu près immobiles; surtout elles ne peuvent pas retarder la chute de l'outil.

Les fig. 135 et 136 représentent le trépan ordinaire de M. Kind. On voit qu'il a un taillant suivant le diamètre du trou, et deux oreilles ou petits taillants transversaux *k*, *k'*, qui égalisent le trou. A sa partie supérieure, au-dessous du pas de vis, est un renflement aplati et portant latéralement deux petits taillants transversaux x, x', disposés suivant une ligne à angle droit avec l'axe du taillant principal du trépan; ces oreilles tranchantes servent à la fois de guide et d'équarrisseur.

Pour forer, en dessous des tubes de retenue, sur un diamètre plus grand que celui de ces tubes, M. Kind fait usage

du trépan élargisseur représenté fig. 138, 139 et 140. Le bas du trépan ne présente rien de particulier; dans la partie élargie et aplatie qui est au-dessous du pas-de-vis, on a pratiqué deux entailles, une de chaque côté, dans lesquelles sont logés deux trépans r, r' mobiles autour d'un boulon à vis qui traverse les joues de l'entaille. Ces trépans, qui remplacent les trépans transversaux équarisseurs fixes x et x' des fig. 135 et 136, peuvent se loger dans des vides ménagés sur les bords de l'entaille, de manière à ne pas faire saillie (fig. 138); ils peuvent aussi se développer (fig. 139), et alors leur largeur réunie est plus grande que celle du trépan; l'outil peut passer dans les tubes de retenue, lorsque les trépans r, r' sont logés dans leurs entailles; pour les ouvrir en dessous des tubes de retenue, M. Kind a imaginé de relier chacun d'eux à une petite tige en fer rond w, w' terminée par un anneau. Ces pièces sont appliquées comme les deux trépans, une contre chaque face de l'outil aplati; deux bouts de corde de 2 à 3 mètres de long sont passés dans les anneaux qui terminent les tiges w, w', et sont amarrés par l'autre bout, à deux saillies placées sur les faces correspondantes de la grosse tige de la sonde (*bohrstange*), à 2 ou 3 mètres au-dessus de la douille D. Avant d'introduire ce trépan dans les tubes de retenue, on lie avec des bouts de corde secs les trépans mobiles r, r' aux pointes fixées sur la tige, de manière à ce que les cordes ne soient point tendues et que les trépans restent logés dans leurs entailles; une fois que l'instrument est plongé dans l'eau, les cordes mouillées, qui se raccourcissent, tirent sur les trépans, les font ouvrir et les maintiennent ouverts. Les trépans mobiles étant arrondis par-dessus, rentrent, en forçant un peu, dans les tubes de retenue, quand il faut relever la sonde. Quand les trépans sont ouverts et fonctionnent, ils s'appuient contre un épaulement supérieur ménagé dans l'épaisseur de la partie massive, et, comme leur saillie est toujours assez faible, le boulon autour duquel ils tournent est peu fatigué; deux platines y, y' fixées à la partie massive par deux boulons à têtes et écrous noyés dans l'épaisseur du métal recouvrent les parties aplaties des trépans et maintiennent en place le boulon autour duquel ils tournent.

Les précautions prises par M. Kind contre la rupture du tenon à vis, ou le dévissage du trépan, consistent en deux bandes de fer plat et mince i, i' (fig. 135 et 136), fixées par des boulons à vis sur les deux côtés de la tige de la sonde, et ayant 1 mètre à 1m. 50 de longueur; au bas de ces pièces i, i', sont liées à la charnière deux autres pièces de fer plat j, j' qui se rabattent sur les joues plates du trépan : ces piè-

ces portent chacune une assez longue entaille rectangulaire (fig. 135); elles sont serrées contre le trépan proprement dit, par un boulon à grosse tête qui traverse la masse du trépan, et par un écrou. Il est évident que les bandes de tôle *i*, *i'*, *j*, *j'*, ne sont pas fatiguées par le battage, tant que tout est en ordre; mais, si le tenon venait à rompre, elles retiendraient le trépan : elles s'opposent aussi au dévissage.

La fig. 141 représente les pièces de l'extrémité inférieure de la sonde, assemblées entre elles avec les cotes métriques. E est le tube de retenue.

Puits artésien de Passy.

La ville de Paris ayant résolu de creuser dans la plaine de Passy un puits artésien d'un grand diamètre, propre à fournir un immense volume d'eau pour alimenter la rivière du bois de Boulogne et suffire aux arrosages de cette promenade publique, M. Charles Gothelf Kind, ingénieur saxon, déjà bien connu par les beaux travaux de sondage qu'il avait entrepris en Prusse et en Belgique, a été chargé du forage de ce puits, et a entrepris le percement avec une grande énergie, au moyen de nouveaux appareils dont il est l'inventeur, et que nous allons décrire, d'après M. Combes. Au moment où nous écrivons, ce beau forage n'est pas encore arrivé à son terme, mais tout a marché jusqu'à présent avec beaucoup de régularité, grâce au talent et à l'expérience de M. Kind, et tout fait espérer qu'il ne tardera pas à arriver à bonne fin.

Ensemble des dispositions adoptées pour le forage du puits artésien de Passy.

Figure 142, plan du hangar sous lequel est établi le forage. Ce plan est pris un peu au-dessus du niveau du sol de la machine à vapeur, et passe par les lignes I, II des fig. 143 et 144.

Figure 143, section verticale faite par un plan passant par l'axe de la tour et par le grand axe du hangar.

Figure 144, section verticale passant par l'axe de la tour et par le petit axe du hangar.

Les mêmes lettres désignent les mêmes objets dans toutes les figures.

Figure 145, frein modérateur vu en détail.

A, A, A, A, hangar sous lequel est établi le forage.

B, bureau de l'ingénieur.

B', chambre du contre-maître,

C, salon de réception.

DD, tour de 30 mètres d'élévation, disposée pour la sortie des tiges.

Les quatre échelles qu'on remarque dans les fig. 143 et 144 indiquent la position des cinq planchers de service pour la manœuvre des différents appareils; le troisième plancher est situé à moitié hauteur de la troisième échelle.

E, E, générateur de vapeur dont le foyer est établi sous le sol.

ZZ, cheminée d'appel, en tôle, montée sur une maçonnerie et maintenue par de solides fils-de-fer attachés au sol.

F, cylindre à vapeur horizontal, servant à la manœuvre des câbles plats, à l'aide desquels on descend et on remonte les tiges en bois et le trépan.

G, G', câbles plats passant sur deux poulies disposées dans une cage en haut de la tour et venant, d'une part, s'enrouler sur le treuil ou bobine H, et, de l'autre, restant suspendues librement pour venir s'accrocher tour-à-tour aux têtes des tiges qu'elles doivent enlever. L'accrochage se fait par un crochet à tête de boulon, tournant librement dans un étrier.

J, J, canal incliné dans lequel les câbles G, G' descendent vers la bobine H, en glissant sur des rouleaux.

La bobine H reçoit son mouvement d'une roue d'engrenage *ii*, sur l'axe de laquelle elle est montée (fig. 142 et 144). Cette roue engrène avec un pignon *p*, placé sur l'arbre du volant *v*, qui reçoit directement son action du cylindre à vapeur *f*, à l'aide d'une bielle *b* attachée à l'extrémité de la tige du piston. *rr* est une roue en bois fixée sur l'arbre de l'engrenage *ii*. De chaque côté de la jante de cette roue, viennent agir les deux mâchoires *oo* d'un frein modérateur de la vitesse de descente des câbles. Ces mâchoires sont boulonnées aux montants d'un chevalet qu'on manœuvre facilement par un système de leviers articulés *x*, *y* (voir figure 145, le détail de ce frein).

K, K, câble rond servant à la descente de la cuiller (fig. 143 et 144) : il s'enroule sur un treuil LL, dont l'axe est disposé sur le plancher du premier étage.

L, L, treuil disposé pour le service du câble de la cuiller. Il reçoit son mouvement d'une chaîne sans fin *aa*, système Galle, passant, d'une part, sur une roue à cames *gg*, montée sur l'arbre du volant *v* (fig. 142.)

M, cuvette cylindrique placée sous le treuil LL, et destinée à recevoir les eaux qui tombent du câble KK, lorsqu'il remonte du fond du puits. Ces eaux sont dirigées ensuite au dehors par le petit tuyau *f, f*, visible (fig. 144).

A côté du treuil LL (fig 143), on en voit un autre de petite dimension *k*, se manœuvrant à bras, et dont la corde, traversant le plancher, sert à soulever différents fardeaux.

Le câble KK passe ensuite sur la poulie N, située entre le troisième et le quatrième plancher, et vient s'attacher par un crochet à la cuiller O.

O, cuiller suspendue au câble KK. (Nous la décrirons en même temps que les autres outils, dans la seconde partie de ce travail.) Elle est surmontée d'une cage cylindro-conique P, servant à assurer sa verticalité pendant la descente. Cette cage est à claire-voie et est formée par de minces barreaux en fer.

Q, Q', charriots roulant sur des rails fixés au second plancher. Q sert au transport de la cuiller, et Q' au transport du trépan. Chacun de ces charriots est disposé de manière à pouvoir y attacher le câble de l'outil qu'on veut transporter.

Les fig. 143 et 144 représentent la cuiller à la place où son charriot Q est allé la reconduire. Comme on le voit, le câble KK ne la quitte pas, ce qui oblige la poulie N à se mouvoir dans deux plans différents. Pour obtenir ce double mouvement, on a rendu la chape de cette poulie folle sur son axe.

R, canal de vidange dans lequel on vide la cuiller O à sa sortie du puits. Pour procéder à cette opération, un ouvrier conduit la cuiller pendant qu'un autre pousse le charriot A ; puis il monte les marches adossées au canal de vidange, et fait basculer la cuiller sur ses tourillons, en enlevant une simple clavette qui la retient à son collier de suspension.

S, puits à l'extrémité duquel se trouve le trou de sonde.

T, T, plancher formé de deux volets à charnières et ne laissant qu'un trou pour le passage de la tige. On ne lève ces deux volets que pour le passage du trépan ou de la cuiller.

U, extrémité de la tige de sondage munie de la barre de manœuvre V, V que tournent, pendant l'opération du battage, les deux ouvriers placés sur le plancher T T.

Les figures 143 et 144 montrent clairement le système d'attache de la tige du balancier, sans qu'il soit besoin de répéter l'explication donnée déjà d'autre part et de surcharger les figures de lettres.

X X est le balancier auquel est attachée la chaîne Galle qui soutient l'appareil de sondage. Il est arrondi à l'extrémité où s'appuie cette chaîne, afin que son mouvement, qui est circulaire, puisse mieux se combiner avec celui des tiges, qui est rectiligne.

Ce balancier, composé de deux flaches, est, comme le montrent les figures 142 et 143, solidement armé de boulons et consolidé par des frettes épaisses boulonnées, reliant les plateaux qui forment ces flaches.

Y, Y sont les tourillons à l'aide desquels oscille le balancier X, X.

n, cylindre à vapeur vertical, dont la tige est reliée à la queue du balancier par une chaîne Galle *l*. Le piston de ce cylindre, en s'abaissant, entraîne tout le système, et, au moment où il se relève, le trépan et les tiges descendant par leur propre poids, le balancier est entraîné en sens inverse et vient battre brusquement contre le chevalet *d*.

d, chevalet dont les montants sont formés de tiges solides en fer. Il est fixé, par le bas, à l'extrémité d'un système de madriers *q q*, dont l'élasticité a pour but d'amortir le choc du balancier X, X au moment où il se relève en venant battre contre le chevalet *d*. Cette disposition a une grande analogie avec celle qu'on adopte dans les forges pour les marteaux à queue.

Lorsqu'on veut descendre la cuiller ou sortir le trépan, on dévisse la chaîne qui est à la tête du balancier et on repousse ce balancier en sortant les tourillons Y, Y de leurs coussinets et en le faisant reculer sur un rouleau.

La figure 143 indique la position dans laquelle on met les tiges à mesure qu'on les sort du puits.

Enfin, *e*, *f*, *w* sont des cuves de condensation, et l'on voit, fig. 1, en traits ponctués, les tuyaux de conduite et de retour de vapeur.

IV. *Description des différents outils employés au forage du puits artésien de Passy.*

Dans les paragraphes précédents sur les travaux de forage exécutés à Passy, on a décrit l'ensemble des opérations. Il reste à faire connaître les outils employés; on passera en revue :

1° Les outils de forage;

2° Les outils de curage;

3° Les outils d'extraction servant à retirer, soit les tiges cassées, soit les dents brisées ou détachées du trépan;

4° Les tubes destinés au cuvelage du puits.

1° *Outils de forage*. — Des tiges et du mode de suspension de l'appareil. Fig. 146, tête de la tige et son mode de suspension.

Fig. 147, même vue dans un plan perpendiculaire à celui de la figure 146.

A, chaîne à maillons articulés, dont l'anneau supérieur est attaché à la tête du balancier ou levier à secteur chargé de produire le battage de la sonde.

Au dernier anneau de cette chaîne est suspendue une tige

taraudée *a*, dont le pas de vis s'engage dans le manchon d'une pièce B évidée en forme de lanterne.

C, étrier de suspension de la tige de sondage. Il est relié d'un côté à la pièce B par un boulon à clavette *b*, passant de part et d'autre dans des œillets, et de l'autre côté à la tige de sondage par un collier *c* à tête de boulon, dans lequel passe la barre de manœuvre D D.

La tige taraudée *a* et l'étrier à manchon B permettent d'allonger les tiges d'une quantité égale à la longueur de la tige *a*, à mesure que le trou s'approfondit.

Lorsque le manchon de la pièce B est arrivé au bas de la vis *a*, on allonge encore tout le système à l'aide de petites tiges en fer *d*, jusqu'à ce que l'augmentation de profondeur du puits exige l'addition d'une nouvelle tige en bois.

Fig. 148, vue d'une tige en bois de sapin. Chacune de ces tiges est armée, à ses extrémités, de coiffes en fer E, E, assujetties par des frettes posées à chaud. Ces coiffes sont surmontées d'une part par une vis, et de l'autre par une douille taraudée pour l'assemblage des tiges entre elles.

La pince à déclic, fig. 149 et 150, vue dans deux plans perpendiculaires du trépan et de l'appareil à déclic qui le surmonte, et qui est vissé à l'extrémité inférieure de la longue ligne de tiges en bois.

Nous avons déjà, dans l'article précédent, expliqué le jeu de cet appareil, dont la construction diffère peu, comme on va le voir, de celui qu'on trouve décrit, page 64. Quelques modifications ont été apportées dans les organes, mais le principe de l'appareil est resté le même; c'est toujours l'action de l'eau qui détermine l'écartement ou le rapprochement des branches de la pince en fer, par lesquelles le trépan est lâché et repris, aux moments convenables.

e, e, clapet circulaire, formé de deux rondelles en gutta-percha pressées entre deux disques en tôle de diamètre moindre par des écrous *i, i*. Ce clapet peut monter ou descendre d'une certaine quantité le long de la tige *f*, qui, en le traversant, va se terminer à deux platines en fer F F parallèles et reliées entre elles à la partie supérieure par de fortes clavettes *g, g*, et dans le bas par un gros boulon G à la tête carrée.

C'est entre ces platines que sont logées les branches *h, h* de la pince à déclic, ainsi que la tête *o* de la tige à coulisse qui surmonte le trépan H. Pour l'intelligence des choses, nous supposerons l'une des platines enlevée, afin de laisser voir le déclic, qui n'est visible qu'en traits ponctués dans la figure 149.

Fig, 151, vue de la pince à déclic, l'un des platines étant enlevée.

Fig. 152, coupe verticale passant par l'axe de la figure 151 et perpendiculaire à la surface des platines.

Ces deux figures sont à une échelle double des fig. 149 et 150.

On voit le clapet *e e* muni d'une fourche à deux bras J, J, entre lesquels passe la tige *f* et qui peuvent glisser entre les deux platines F F.

Ces bras J, J portent, à leur partie supérieure, un renflement qui arrête le clapet au bas de sa course; à leur partie inférieure, ils sont boulonnés à un collier K, dans lequel passent les extrémités des deux branches d'une pince K, K.

Les branches K, K sont fixées aux platines F, F par des écrous et boulons à vis L, L, autour desquels elles peuvent se mouvoir; elles sont, par le bas, recourbées en forme de crochet pour saisir la tête à champignon *o* qui surmonte la tige du trépan.

D'un autre côté, la tige du trépan est formée d'une pièce plate à coulisse L, L, glissant entre les deux platines F, F, et se terminant à la partie supérieure par un renflement triangulaire ou champignon *o*, et à la partie inférieure par un pas de vis *a m*, se vissant au trépan proprement dit que nous décrirons tout-à-l'heure.

Cela posé, le jeu du mécanisme est facile à comprendre. Au moment où la sonde descend, le clapet *e*, *e*, poussé par la pression de l'eau, qui agit de bas en haut, est soulevé le long de la tige *f*. Par suite, le collier *k* se relève, et les deux branches *k*, *k*, forcées de se rapprocher par le haut, pivotent autour des boulons *l*, *l* et s'écartant par le bas, laissent échapper la tête *o* de la coulisse du trépan. Cette coulisse est guidée, dans sa course, par le bouton clavette G, placé au bas des platines F, F. A peine le trépan est-il arrivé au fond du puits, que la pince à déclic vient le rejoindre, descendant ses crochets au-dessous du champignon *o*. Immédiatement après, les tiges de la sonde sont relevées, et le claquet *e*, *e*, pressé par l'eau, qui, cette fois, agit de haut en bas, est forcé de s'abaisser et par conséquent de refermer les crochets de la pince *k*, *k*, qui remonte le trépan avec elle.

Cette double manœuvre est longue à décrire, mais on comprend qu'elle doive s'accomplir rapidement, puisque, dans l'espace d'une minute et dans un terrain d'une dureté moyenne, elle se répète de quinze à vingt fois. On règle l'ascension du clapet *e e* à l'aide de la cheville *r*, dont on peut faire varier la position le long de la tige *f*. Dans les figures 151 et 152, le trépan est retenu par la pince; dans les figures 149 et 150, on le voit venant de s'échapper et accomplissant sa chute.

Le *Trépan* (fig. 149 et 150). Il se compose d'une grosse masse de fer H, formant le corps de l'outil et terminée en forme de secteurs circulaires à ses deux extrémités. En dessous de cette masse viennent s'implanter un certain nombre de dents en acier trempé *n, n, n*, armées chacune d'une queue à œillet qui pénètre dans une ouverture où elle est fixée et retenue par des chevilles en fer. Le nombre de ces dents varie avec l'appareil. Dans celui que nous avons représenté fig. 149 et 150, il y en a sept, dont deux à chaque secteur. On remarquera qu'elles ne sont pas placées symétriquement par rapport à l'axe de l'outil, afin que, dans la rotation qu'on lui fait subir pendant l'opération, elles n'agissent pas sur des circonférences concentriques et puissent attaquer le terrain sur tous les points de sa surface.

Le corps d'outil H ou ratelier est solidement chevillé à une fourche M qui se prolonge en une tige N, terminée à sa partie supérieure par une douille taraudée dans laquelle vient se visser l'extrémité de la coulisse L L.

La tige N porte deux renflements sur lesquels sont assujetties deux pièces de formes différentes P, Q agissant diversement sur les parois du puits : l'une P, dont la direction est perpendiculaire à celle de l'outil H, est munie de deux dents obliques qui abattent les saillies que les dents *n, n* auraient pu laisser sur les parois du puits; l'autre Q est formée de deux barres (voir le détail, fig. 153) disposées à angle droit d'une manière invariable et dont les extrémités, recourbées dans le même sens, alèsent les parois, à mesure que l'appareil descend.

C'est l'ensemble de toutes ces pièces qui constitue le trépan et qui représente, y compris la coulisse L, L, un poids de 1,800 kilogrammes environ.

Appareils de manœuvre. — L'extraction des tiges et du trépan est opérée en procédant ainsi qu'il suit :

Supposons la machine à vapeur arrêtée, les deux ouvriers placés sur le plancher du puits approchent de la tête de la tige en bois, un premier madrier S (fig. 154) muni de poignées à ses extrémités; de l'autre côté, et parallèlement, ils en placent un second portant une plaque T, qui présente une fente dans laquelle ils engagent la tête de la tige au-dessous de sa douille; cette plaque vient reposer, par ses bords, sur le madrier S. (La figure 154 donne la vue de bout, le profil et le plan du madrier portant plaque.) Enfin, après avoir placé un troisième madrier semblable à S contre le madrier à plaque T, et parallèlement à sa direction, ils saisissent le dessous de la douille de la tige dans la fente d'une

pièce de fer plate à étrier qu'ils posent sur la plaque T, et ils enferment tout-à-fait la douille à l'aide d'une clavette.

Les figures 155 et 156 représentent le profil et la vue de face de cette pièce de fer, qui, d'une part, est munie d'une poignée fixe *t*, et de l'autre, d'une anse *v* allant d'une joue à l'autre et mobile autour des deux tourillons qui la fixent. La clavette est, comme on voit, retenue par une chaîne à la poignée *t*.

Cela fait, les deux ouvriers munis chacun d'une des clefs, représentées fig. 157, dévissent les petites tiges en fer *d* (fig. 146, 147), et pendant que tout l'appareil reste suspendu dans le puits, retenu par la douille de la première tige, ils reculent le balancier et avec lui sa chaîne A et toutes les pièces *a* B C qui constituent le système d'attache. Immédiatement après, l'un des câbles plats descend du haut de la tour et on l'accroche après l'anse *v* (fig. 155 et 156), on retire les madriers S, T (fig. 154), et le câble remonte emmenant avec lui trois longueurs de tige à la fois, d'une hauteur totale de 30 mètres. Pendant ce temps, l'autre câble plat descend, et lorsqu'il arrive au bas, on remet les madriers, et ainsi de suite jusqu'à ce que toutes les tiges soient sorties et qu'il ne reste plus que le trépan.

Les figures 158 et 159 représentent, de face et de profil, l'extrémité d'un des câbles plats formés, chacun, de trois tresses. L'anneau carré qui porte le crochet de suspension *x* mobile dans son œillet, reçoit le bout du câble qui se relève et est serré contre le câble lui-même entre deux plaques de fer *y*, *y* fortement pressées à l'aide de brides boulonnées.

Voici maintenant comment on sort le trépan :

A la naissance de la tour qui surmonte le hangar sous lequel est établi le forage, c'est-à-dire le second plancher, se trouvent placés les deux charriots qui servent, l'un à mettre de côté le trépan lorsqu'il est sorti du puits, et l'autre à conduire la cuiller au canal de vidange. Ils roulent sur un chemin de fer dont l'axe passant par celui du puits se dirige perpendiculairement au grand axe du hangar.

La figure 160 représente le profil et le plan de l'un de ces charriots.

Il se compose d'un cadre formé de quatre solides madriers et porté sur les essieux de deux paires de roues. Sur l'un de ces madriers deux plateaux R, R sont fixés à l'aide de boulons à vis et d'écrous, autour desquels ils peuvent se mouvoir lorsqu'on veut rapprocher ou éloigner leurs extrémités opposées. Supposons donc toutes les tiges sorties et le trépan soutenu à son tour à l'orifice du puits, comme l'ont été les

tiges. On pousse alors l'un des charriots à l'aplomb du puits; à l'aide de l'un des câbles disposé à cet effet, on élève l'instrument de manière que la tête de la tige qui le surmonte passe entre les plateaux R, R, on rapproche alors ces plateaux contre la tige, qu'on entoure avec deux autres plateaux qu'on place perpendiculairement aux premiers, puis on saisit la tige au-dessous de sa douille dans la fente d'une pièce de fer plate (fig. 161), par-dessus laquelle on en met une seconde (fig. 162) qu'on ferme par une clavette plate *s* retenue à la poignée par une petite chaîne. On décroche alors le câble, et l'outil reposant solidement par sa douille sur l'ensemble des quatre plateaux, peut être roulé jusqu'à l'une des extrémités du chemin de fer.

On procède à la descente de la sonde, en opérant de la même manière et dans un ordre inverse.

2° *Outils de curage.* — La figure 163 représente la cuiller ordinaire, suspendue au bout de son câble rond. Maintenue au cadre de ce charriot de la même manière que le trépan, on la roule facilement au-dessus du puits. La manœuvre consiste alors à retirer de dessous la douille *z* les pièces de fer qui la maintiennent et qui sont semblables à celles des figures 161 et 162, puis on ouvre les plateaux R, R de son charriot (fig. 60), et l'on n'a plus qu'à donner du câble pour que l'appareil descende.

U, cuiller (fig. 163). C'est un cylindre formé d'une feuille de tôle épaisse, dont les tranches sont assemblées sur une génératrice par une ligne de rivets.

V, cage cylindro-conique, composée de six tringles en fer montées verticalement autour de deux autres tringles horizontales sur lesquelles elles se recourbent à chaque extrémité pour former les deux sommets. Cette cage assure la verticalité de la cuiller pendant sa descente dans le puits.

Fig. 164. Vue extérieure du fond de la cuiller, formé de deux soupapes *u*, *u* montées sur charnières et s'ouvrant de dehors et dedans.

Fig. 165. Section verticale de la cuiller par un plan passant par l'axe de suspension.

Fig. 166. Autre section verticale par un plan perpendiculaire à celui de la figure 165.

Les figures 164, 165 et 166 sont à une échelle double de la figure 163. XX, axe de rotation de la cuiller. Il traverse le cylindre au-dessous de son centre de gravité lorsqu'il est rempli. Y, Y, brides de suspension formant anse. Elles sont boulonnées de chaque côté de la tige portant douille et descendant extérieurement le long de la cuiller pour se terminer

en deux anneaux dans lesquels passent les extrémités de l'axe X, X.

ZZ, anse d'attache dont le plan est perpendiculaire à celui des brides Y, Y. Chaque branche, aplatie à son extrémité, est rivée à l'intérieur du cylindre, et le sommet, percé d'un œillet, vient s'engager, entre deux œillets correspondants, dans la fourchette *w* que porte l'extrémité de la tige à douille. On passe une clavette, et la cuiller est maintenue invariablement pendant sa descente; quand elle est remontée au jour avec sa charge, on n'a qu'à retirer la clavette, et le poids la fait aussitôt basculer autour de l'axe X, X.

La grande cuiller est construite et manœuvrée de la même manière que celle que nous venons de décrire; la seule différence consiste en ce que le cylindre de tôle a une hauteur double.

3° *Outils d'extraction.* — Lorsqu'une des tiges en bois se casse pendant le cours de l'opération, ou qu'une dent du trépan, brisée ou détachée, vient à rester au fond du puits, on fait usage, pour les retirer, de différents outils au moyen desquels on parvient, dans le plus grand nombre de cas, à ramener au jour les débris. Dans les circonstances, heureusement moins nombreuses, où leur emploi ne réussit pas, on n'a d'autre ressource que de briser l'obstacle à coups de trépan; mais ce dernier moyen ne doit être employé qu'à la dernière extrémité, quand il s'agit de broyer du fer ou de l'acier; car il entraîne toujours une grande perte de temps.

Fig. 167. Elévation et plan de l'outil d'extraction, le plus simple. La vue du dessin suffit pour en comprendre la forme; d'ailleurs il n'est pas d'invention nouvelle, et depuis longtemps il est employé dans les travaux de sondage. On sait qu'il agit par rotation, de manière à engager l'objet à retirer, dans le col resserré qui se trouve au bas de la tige. Il a à sa base une largeur à peu près égale au diamètre du puits.

Fig. 168. Vue de face et de profil d'un autre outil d'extraction. Il se compose, d'une part, de deux pièces de fer *a, a*, parallèles, formant coulisse α munies, à leur partie supérieure, d'un étrier mobile γ dont les branches sont maintenues dans les anneaux.

D'autre part, la tige en fer β, qui se visse à l'extrémité des tiges en bois, traverse la coulisse αα dans laquelle elle peut glisser et vient se boulonner en *a* à un système de deux bras articulés δδ ayant la forme d'un 8 et terminés chacun, à leur extrémité, par une fourche à cinq dents.

Les deux bras δδ portent quatre articulations, dont trois

sont mobiles, et la quatrième θ est boulonnée d'une manière invariable à la coulisse αα.

Voici la manière dont fonctionne l'appareil : après avoir attaché à l'étrier γ une corde d'une longueur un peu moindre que la profondeur du puits, les articulations étant fermées, on descend tout le système. Arrivée vers le fond, la coulisse suspendue à la corde arrête sa descente, tandis que la tige continuant sa marche, pousse le point ε vers le point θ, et les deux fourches s'ouvrent sur toute la largeur du puits, comme la fig. 157 le montre en traits ponctués. Quand on relève l'appareil, le point α remonte, les articulations se ferment, et les deux fourches, en se rapprochant, saisissent l'objet à retirer et le ramènent au jour. Afin que l'appareil conserve toujours une position verticale pendant sa marche, il est muni d'un cadre rectangulaire ςς dont les longs côtés sont égaux au diamètre du puits et qui est maintenu de chaque côté de la coulisse αα par deux barres inclinées.

Fig. 169. Outils spécialement employés pour retirer les tiges cassées. Il se compose d'un tronc de cône en tôle mince, rivé à un collier que deux bras de fer λλ viennent relier par des chevilles à la tige qui porte douille.

Ces deux bras sont, en outre, serrés contre la tige par une bride σ sur laquelle, et dans un plan perpendiculaire à celui des bras λλ, reposent les bords recourbés de deux branches, dont les extrémités inférieures descendent jusqu'à l'entrée du tronc de cône.

ττ sont ces branches ; elles forment crémaillères, et leurs dents, en regard les unes des autres, sont tournées vers le haut. Le collier σ leur donne assez de jeu pour qu'elles puissent jouir d'une élasticité capable de les faire écarter sous un faible effort.

Lorsqu'une tige est cassée, on descend l'instrument dans le puits de la même manière que les autres (on a eu soin, préalablement, de mettre entre les branches ττ un morceau de bois qui les tienne écartées) ; on imprime une rotation de manière à ce que la tête de la tige cassée puisse s'engager dans le tronc de cône. Une fois engagée, et l'instrument descendant toujours, la tige cassée pénètre forcément entre les branches ττ, pousse le morceau de bois qui les tenait écartées, et se trouve prise entre elles de telle sorte que, lorsqu'on remonte l'appareil, les crémaillères la serrent et la mordent de façon qu'elle est ramenée au jour sans pouvoir s'échapper.

4° *Tubes destinés au cuvelage du puits.*— On se rappelle la convention intervenue entre la ville de Paris et M. Kind, et

dont nous avons donné les principaux termes dans la première partie de ce travail. Parmi les conditions imposées se trouve la suivante :

« Le puits sera descendu de 25 mètres au moins dans la couche aquifère des grès verts, située, en moyenne, à 550 mètres au-dessous du sol de la plaine de Passy, et devra être garni d'un cuvelage en bois de chêne formant tube de retenue. »

En attendant le tubage définitif, on sait que, par suite des éboulements survenus d'abord dans une couche de sable située au-dessous du calcaire grossier et ensuite dans les argiles recouvrant la craie, il a fallu placer un tubage provisoire en tôle dans la partie supérieure du puits jusqu'à la craie. Depuis là, le forage a été continué sans qu'il se présentât de nouveaux éboulements, et l'on a commencé à préparer les tubes ou cylindres en bois destinés au tubage définitif. Ce travail se fait dans un atelier spécial situé près de la forge.

La figure 170 représente une section verticale de deux cylindres avec leur mode d'assemblage, ainsi qu'une section horizontale par un plan perpendiculaire à l'axe et passant par la ligne I, I.

Les cylindres sont en bois de chêne de choix, composés de douves taillées en forme de voussoirs. Lorsque ces douves sont préparées, on les ajuste par demi-cylindres sur deux formes parallèles disposées sur un établi, et on les arrondit extérieurement sur le tour.

Ces cylindres sont réunis bout-à-bout et assemblés solidement par un manchon épais $\mu\mu$ noyé dans l'épaisseur du bois portant moitié sur un tube et moitié sur l'autre. L'entaille circulaire dans laquelle ee manchon est placé se pratique au tour, les douves étant provisoirement réunies par des colliers qu'on serre fortement avec des boulons.

La couche aquifère se trouvant à 550 mètres environ au-dessous du niveau du sol, et le tubage devant pénétrer de 25 à 30 mètres dans cette couche, il faudra préparer environ 580 mètres de tubes; or, le mètre courant revenant (pose comprise) à 95 francs, le cuvelage du puits coûtera à peu près 55,000 francs, si toutefois il n'arrive pas d'accident.

On commencera à descendre les tubes un peu avant d'atteindre la couche aquifère; pour cela, le premier tube sera armé d'un sabot en forme de biseau qui permettra au système de s'enfoncer plus facilement.

En outre, la partie du tubage qui restera plongée dans les grès verts sera percée de fentes longitudinales et minces sur toute la surface du cylindre, de manière à présenter une es-

pèce de lanterne capable de recueillir la plus grande somme possible de filets liquides.

Forage des puits à grand diamètre. — A la suite des nombreux travaux de sondage qu'il avait si heureusement exécutés, M. Kind, frappé des immenses difficultés et des sacrifices d'argent ordinairement occasionnés par le foncement des puits dans les terrains désagrégés ou aquifères, avait songé, depuis longtemps, à appliquer son système de forage perfectionné au percement des puits de mine à grande section. Voici le résumé de la méthode qu'il a imaginée :

Supposons qu'il s'agisse d'un terrain qui présente des niveaux à traverser. On commence d'abord par percer le puits de la même manière que s'il s'agissait d'un sondage ordinaire et, par conséquent, sans épuiser l'eau ; on emploie à cet effet une série d'instruments que nous décrirons plus loin. Lorsqu'on est arrivé à la profondeur voulue au-dessous du terrain aquifère, on descend un cuvelage en bois composé des cylindres superposés et formés de pièces de bois taillées en voussoirs comme les tubes que nous avons précédemment décrits. Ce cuvelage doit avoir un diamètre tel qu'il laisse, entre l'extrados des cylindres et les parois du puits, un espace vide de 15 à 20 centimètres. On remplit de ciment hydraulique toute la hauteur de cet espace vide, et, dès que ce ciment bien tassé a atteint un degré de solidification suffisant, on peut épuiser jusqu'à siccite ; le fond devenu accessible permet alors, si on le veut, de continuer le foncement du puits par les procédés ordinaires.

Nous croyons qu'il ne sera pas sans intérêt de lire les détails suivants sur les travaux entrepris, il y a quelques années, par M. Kind, pour rechercher la houille à Stiring-les-Forbach (département de la Moselle) ; nous les extrayons d'un rapport adressé par M. J. Chaudron au gouvernement belge qui l'avait chargé d'une mission.

Le premier essai du système Kind date de 1848. L'auteur conçut d'abord le projet de pratiquer un sondage de 65 centimètres de diamètre, ce qui paraissait déjà très-grand comparativement aux diamètres des sondages ordinaires.

« Le 18 décembre 1848, on commença le travail, et le 8 août 1849 on était arrivé à la profondeur de 269 mètres, après avoir traversé des terrains de nature très-diverse, mais la plupart d'une grande dureté. Ainsi, en moins de huit mois, y compris les temps de chômage inévitables dans les travaux de ce genre, le sondage avait atteint une profondeur d'environ 270 mètres ; il avait donc avancé de 1m.50, en moyenne, par journée de travail.

« Le succès de cette première entreprise encouragea M. Kind, et, avec la hardiesse qui le caractérise, il n'hésita pas à tracer les modèles des instruments nécessaires pour opérer sur une plus grande échelle, c'est-à-dire pour faire des forages d'un diamètre égal à celui des puits à la grande section.

» On n'avait d'abord, dit l'auteur du rapport, employé qu'un seul moteur à vapeur de la force de 10 à 12 chevaux; il servait à la fois au battage de la sonde et à la manœuvre de descente et de sortie des tiges. Mais on reconnut bientôt que, pour le nouveau travail à entreprendre, la machine de 12 chevaux ne devait plus être suffisante, et l'on se décida à établir en outre un cylindre à vapeur spécialement affecté au battage du trépan. On comprendra sans peine la nécessité d'une pareille addition, en songeant que le nouveau trépan qu'allait employer M. Kind avait un poids de 4 à 5,000 kilog.

» Le grand puits, continue M. J. Chaudron, fut commencé le 9 août 1849. Le travail consistait à élargir le diamètre du sondage, de manière à lui donner la dimension de 4m.15, qui est au moins égale à celle des plus grands puits de mine connus.

» Les espérances conçues se réalisèrent; le 2 février 1851, le puits dont il s'agit avait atteint le terrain houiller à la profondeur de 80m.72, et le 11 juillet suivant il était arrivé à 110m.53, dont 30 mètres environ dans le grès houiller. Malheureusement, c'est là qu'on résolut d'arrêter le foncement pour procéder au cuvelage. On avait pensé que le terrain houiller formait une digue au-dessous du grès des Vosges, et l'on crut pouvoir établir la base du cuvelage dans ce terrain, en laissant ainsi en contre-bas une coupe de plus de 100 mètres de grès rouge que le sondage préalablement entrepris avait traversée.

» Un cuvelage du nouveau système, en bois de chêne et ayant 3m.50 de diamètre intérieur, fut descendu dans le puits. La première cuve fut placée le 6 août 1851, et le 12 octobre suivant, le cuvelage était entièrement posé.

» Le 20 octobre, on commença l'opération du bétonnage consistant à descendre du ciment hydraulique entre le cuvelage et les parois du puits, et, le 29 décembre tout était terminé.

» Bientôt on procéda à l'épuisement, mais on ne tarda pas à s'apercevoir que l'on ne pouvait dépasser la profondeur de 45 mètres. Après de nombreuses recherches, on reconnut que la couche du béton qui recouvrait le fond du puits avait été soulevée, et que l'eau avait dû jaillir en abondance par l'ancien trou de sonde 65 centimètres de diamètre, percé pri-

mitivement, comme nous l'avons dit, jusqu'à 100 mètres au-dessous de la base du cuvelage. »

On voit que, si la seconde partie du travail était manquée, il n'en restait pas moins clairement démontré la possibilité de forer sur un grand diamètre à l'aide des procédés imaginés par M. Kind.

Les avantages d'un pareil système sont faciles à saisir; ils résident surtout dans la rapidité d'exécution et dans l'économie de la dépense. C'est à ce point de vue que l'invention est une importante conquête acquise à l'art des mines. Il est bien des cas, en effet, où le percement des puits par le nouveau procédé, indépendamment de la pose du revêtement, présenterait un grand avantage, en ce sens qu'il exigerait une mise de fonds beaucoup moins grande pour commencer le travail, et qu'il ne faudrait établir de puissants moyens d'épuisement qu'après avoir touché le gisement et acquis quelque certitude sur sa nature et sa richesse.

Les figures 171 à 180 représentent les principaux outils et appareils nouveaux imaginés par M. Kind, pour l'exécution des travaux que nous venons de décrire.

Les figures 171, 172 et 173 sont la vue de face, le profil et le plan du trépan employé pour les sondages d'un diamètre ordinaire, dans les terrains d'une grande dureté. La construction de ce trépan ne diffère de celui que nous avons montré (fig. 149) que par la disposition des dents; il y en a trois de chaque côté et trois au milieu (fig. 173).

L'acier employé doit avoir une trempe supérieure.

Fig. 174. Vue de face du trépan employé au forage des puits à grand diamètre.

Fig. 175. Coupe verticale du trépan perpendiculaire au ratelier et passant par la tige de suspension.

Fig. 176. Plan du trépan.

Le ratelier se compose de dix-neuf dents, dont trois sur chacun des côtés. Comme dans le trépan de petite dimension, ces dents ne sont pas disposées symétriquement par rapport à l'axe, et leur assemblage se fait au moyen de chevilles en fer assujettissant leur queue implantée dans le corps de l'outil Nous n'insistons pas sur la description de cet instrument que les figures 174, 175 et 176 font suffisamment bien comprendre.

Fig. 177. Coupe verticale d'un appareil dragueur.

Cet appareil se compose :

D'un cylindre A, A ouvert par le haut et fermé en bas par deux soupapes;

De deux pelles B, B, dentées comme le représente la fi-

gure 178 *bis* et solidement boulonnées à deux branches C, C mobiles en O, dans la fourchette qui termine la petite tige *t*;

D'un parallélogramme articulé D, E, O, F. L'angle D de ce parallélogramme est relié à la tige G, et l'angle opposé est maintenu au point d'articulation O des deux branches C, C.

Les points D et O peuvent glisser dans les coulisses *a* de deux platines H, H, dont l'une est seulement visible dans la coupe représentée (fig. 177).

Enfin la petite tige *t* est elle-même mobile; elle est maintenue dans deux coussinets en bois *b*, *b*, dans lesquels elle glisse à frottement dur. Ces deux coussinets sont placés entre les platines H, et maintenus contre la tige *t* par des ressorts d'acier *i*, *i* serrés par des broches boulonnées *h*, *h* (voir fig. 178, plan d'un coussinet, et une vue du système de ressorts *i*, *i* dans un plan perpendiculaire à la figure 177).

Voici la manière dont l'appareil exécute son draguage (fig. 177). On le descend dans le puits en attachant les coulisses H, H par une corde qui descend parallèlement. Dès que le cylindre A, A touche le fond, on laisse aller les tiges tout en les soutenant encore; une partie de leur poids se faisant alors sentir sur le point D qui est très-mobile, le parallélogramme s'ouvre ainsi que les branches qui portent les pelles dentées, comme l'indique la figure en traits ponctués. Pendant ce premier mouvement, le point O est resté immobile, par suite de la résistance que la tige *t* rencontre de la part des coussinets *b*, *b*. Mais aussitôt qu'on cesse de soutenir les tiges, leur poids total devient capable de vaincre le frottement des coussinets *b*, *b*, et les pelles dentées B, B conservant leur angle d'écartement, descendent verticalement jusqu'à la base du cylindre A A. On retire ensuite les tiges pour remonter l'appareil, et les pelles draguant le terrain à droite et à gauche, remontent avec elles les déblais qu'elles pressent contre la surface du cylindre dans lequel elles vident leur charge dès qu'elles sont arrivées à l'orifice supérieur, et tout l'ensemble arrive ainsi au jour. On n'a plus qu'à ouvrir ensuite les soupapes du fond du cylindre pour opérer la vidange.

Les figures 179 et 180 représentent une vue, et une coupe verticale perpendiculaire à cette vue, d'un autre appareil dragueur qui diffère peu du précédent.

Au lieu d'un cylindre pour ramasser les déblais, on a un tronc de cône d'une hauteur moindre. Il y a aussi un système de pelles M, M et de parallélogrammes glissant entre deux platines à coulisse N, N : ce système doit, comme dans l'appareil précédent, s'ouvrir d'abord, puis opérer la descente des pelles, en conservant la même ouverture. P est un corps

de pompe relié aux platines N, N, et dans lequel se trouve un piston Q dont la tige est fixe. Ce piston est muni, vers la partie supérieure, d'un petit trou *o* (fig. 180), qui peut être alternativement ouvert ou fermé par le glissement d'une tringle plate *l*, de telle sorte que le cylindre P est seulement ouvert toutes les fois que le trou *o* est tangent à celui de la tringle.

Cela posé, le petit trou *o* étant fermé au début, et le cylindre P étant rempli d'eau, l'appareil est descendu dans le puits de la même manière que le précédent. Arrivé au fond, deux mouvements s'accomplissent : dans le premier, les tiges qui sont encore soutenues, appuient suffisamment sur le parallélogramme pour le faire ouvrir et faire écarter du même coup les pelles MM; le sommet du parallélogramme arrive alors au bas de la coulisse des platines de la tringle; dans le second mouvement, les tiges complètement abandonnées agissent de tout leur poids et poussent la tringle *l*; aussitôt le trou qu'elle porte vient se mettre en regard du trou *o*, et le cylindre P lui-même, avec le système des pelles, descend pendant que le piston Q remonte en chassant l'eau par l'ouverture *o*. Au moment où on relève l'ensemble des tiges, les pelles accomplissent leur draguage, et ainsi de suite.

Cet appareil, d'invention toute récente, n'a pas encore été employé.

§ 20. DE LA DÉPENSE D'UN FORAGE DE FONTAINE JAILLISSANTE.

Personne ne doute que la dépense occasionnée par la création d'une fontaine jaillissante ne soit proportionnée aux difficultés du terrain sur lequel il s'agit d'opérer; on conçoit qu'il est d'autant plus difficile d'en établir avec une certaine précision le montant, qu'on a souvent remarqué qu'une très-légère différence entre l'épaisseur et la cohésion des couches de sables qu'on rencontre, en apporte une très-grande dans le temps qu'on doit mettre à les traverser. Il s'ensuit donc, si ces couches deviennent considérables, que les dépenses dans lesquelles elles entraînent croissent en proportion des difficultés que leur percement présente, et l'on conçoit que ces dépenses sont souvent telles qu'elles ne permettent pas de continuer les travaux que l'on a entrepris.

Ainsi, par exemple, la fontaine que l'on a creusée dans la ville d'Ardres et que l'on a approfondie jusqu'à 47^{m}.102, a coûté pour le forage et l'enfoncement des coffres 1,600 fr., tandis que les travaux exécutés à Calais, et qui jusqu'à pré-

sent n'ont encore fait connaître le terrain que sur une épaisseur de 27m.612, ont déjà coûté plus de 5,000 fr.

Si donc le terrain dans lequel on voudrait établir une fontaine jaillissante était formé de couches de sables, sans aucune espèce de cohésion, de 52 à 65 mètres d'épaisseur, les dépenses deviendraient alors considérables, puisqu'il faudrait employer probablement cinq coffres pour les traverser. Nous croyons que le devis qu'on pourrait faire pour apprécier les dépenses qu'exigerait l'établissement d'une semblable fontaine, s'élèverait au-delà de 10,000 francs.

Quant aux dépenses qu'occasionneraient les terrains qui seraient composés principalement de terre végétale, d'argile et de quelques faibles couches de sable et de cailloux, elles offriraient moins d'incertitude pour les évaluer, parce que les travaux qu'exigerait le percement de ces terrains seraient plus constamment réguliers.

Ainsi, lorsqu'on doit s'enfoncer de 39 à 42 mètres et qu'on n'a besoin que d'un seul coffre de 13 mètres de longueur, l'établissement de la fontaine ne doit pas coûter plus de 500 fr.

Si l'on trouve les eaux vives à 26 mètres dans les terrains de la nature de ceux dont nous parlons ici, quatre ouvriers peuvent, en cinq ou six jours, exécuter le travail qu'exige l'établissement d'une fontaine dans un pareil terrain.

Dans le cas enfin où on ne serait point obligé d'employer des coffres, la dépense qu'entraînerait cette fontaine ne s'élèverait tout au plus qu'à 200 francs.

En général, lorsque les terrains dans lesquels on doit rechercher des eaux ne sont principalement composés que de couches argileuses plus ou moins compactes et de calcaire crayeux, les ouvriers sondeurs prennent les travaux à prix fait. Ils demandent ordinairement 9 francs par mètre jusqu'à 23 à 26 mètres.

Si la profondeur à laquelle on doit parvenir pour découvrir des eaux vives devient plus considérable, sans cependant que les terrains changent de nature, le prix du mètre courant augmente dans une proportion telle qu'à 30 ou 40 mètres de profondeur, il coûte souvent 18 francs.

§ 21. PRIX DES SONDAGES.

Voici maintenant un devis des prix des puits forés à de plus grandes profondeurs (de 100 à 300 mètres), qui servira dans beaucoup de terrains; seulement on fera remarquer que ces prix ne sont pas fixes, qu'ils sont généralement débattus, et que notre devis ne peut servir que de renseignement.

SONDE A TIGES.

II. *Pour* 100 *mètres.*

Le plus.	13,600 fr.
Le moins.	4,400
	18,000
Prix moyen. . .	9,000
100 mètres de tubes de 0m.17 de diamètre pesant 12 kil. le mètre, à raison de 2 fr. le kilogramme.	2,400
Total.	11,400

Le mètre. . . . . **114 fr.** »

II. *Pour* 200 *mètres.*

Le plus.	36,700 fr.
Le moins.	16,400
	53,100
Prix moyen. . .	26,550
200 mèt. de tubes à 24 fr. le mètre.	4,800
Total. . . .	31,350

Le mètre. . . . . **156 fr. 75**

III. *Pour* 300 *mètres.*

Le plus.	73,400 fr.
Le moins.	37,400
	110,800
Prix moyen. . .	55,400
300 mèt. de tubes à 24 fr. le mètre.	7,200
Total.	62,600

Le mètre. . . . . **208 fr. 67**

Enfin, les grands puits destinés à alimenter d'eau des villes très-populeuses et qui atteignent de grandes profondeurs ou ont un diamètre considérable, comme celui de Passy (0m.60), exigent des dépenses qui s'élèvent généralement à plusieurs centaines de mille francs.

§ 22. VARIATION DU VOLUME D'EAU.

Les fontaines établies d'après les principes et les procédés que nous venons de développer, peuvent donner, pendant quelque temps, un volume d'eau à peu près constant, ou du moins qui ne varie qu'en raison des changements qu'éprouve l'atmosphère, et d'où naissent les sécheresses ou les pluies. Quelquefois cependant on remarque, après un certain nombre d'années, qu'une diminution indépendante de ces variations atmosphériques, s'opère dans le volume d'eau que produisent ces fontaines. Pour remédier à cet inconvénient, il faut, à l'aide d'un piston à soupape que l'on attache à une perche ou bien à la tige d'une sonde, donner une trentaine de coups dans les buses de ces fontaines. Comme la diminution dont le volume d'eau qu'elles produisent ne provient que du rétrécissement des fissures d'où cette eau s'échappe, il s'ensuit que ces coups de piston doivent leur rendre leur largeur primitive en forçant les parties calcaires qui y sont intercalées, de remonter au jour.

Nous avons exécuté ces opérations sur une fontaine creusée depuis l'année 1810, et nous avons trouvé, après avoir donné vingt impulsions au piston, que le volume d'eau produit était, au niveau de la buse, de 21 mètres cubes par heure, tandis qu'il n'était, avant cette opération, que de 15 mètres cubes. Quelques jours après, nous avons recommencé à faire agir le piston, mais le volume d'eau n'a plus éprouvé de variation. Il faut donc avoir soin, pour remédier aux accidents auxquels ces fontaines peuvent être sujettes, et pour qu'elles puissent fournir un volume d'eau à peu près constant, de donner de temps à autre quelques coups de piston dans l'intérieur des buses dont elles sont formées.

§ 23. MOYEN POUR UTILISER LES EAUX SOUTERRAINES SOUS LA FORME DE SOURCES.

Le fontainier n'est pas seulement chargé de forer des puits pour obtenir des eaux jaillissantes, il est encore chargé souvent de rechercher les eaux souterraines et d'établir les points où on peut les faire apparaître sous la forme de sources ou

de fontaines, pour les utiliser soit dans un service public, soit au profit d'un particulier.

On conçoit que l'étude des eaux souterraines, la reconnaissance de leur mode de gisement et d'écoulement, la manière de les amener au jour dans les points les plus propices à leur écoulement, leur distribution, leur service utile et leur permanence, embrassent des connaissances assez étendues dans la constitution géologique des terrains superficiels, dans la physique et le mouvement des eaux, dans la météorologie, etc., et que ce n'est qu'à l'aide de ces connaissances qu'on peut espérer de découvrir les sources cachées et d'en conduire les eaux à volonté. Mais c'est parce que ces connaissances sont étendues, et que la partie hygroscopique de l'art du fontainier exige dans cette recherche un jugement et une sagacité assez rares, qu'une foule de charlatans en imposent chaque jour à la crédulité publique, et sous divers prétextes, et à l'aide de mensonges grossiers ou de pratiques réprouvées par la science, se disent doués de la faculté de découvrir les eaux souterraines et de les faire apparaître au jour. Laissons là ces imposteurs, dont on ne devrait plus être dupe aujourd'hui, et abandonnons-nous bien plutôt aux conseils de la science ou aux lumières des praticiens judicieux.

Nous ne pouvons mieux faire, pour satisfaire à la première de ces prescriptions, que de citer une note présentée par un savant géologue, M. Daubrée, à l'Académie des Sciences, et qui a été insérée dans les comptes-rendus de cette société, tome 28, page 444. Cette note porte pour titre : *Sur l'existence et l'origine des eaux souterraines qui se meuvent à une faible profondeur, et sur le moyen d'utiliser ces eaux en les faisant sortir sous forme de sources.*

« On connaît, dit M. Daubrée, les principes d'après lesquels on doit rechercher, dans une contrée dont la structure géognostique est connue, les eaux qui circulent dans des régions plus ou moins profondes de l'écorce terrestre, lorsqu'il s'agit de faire jaillir ces eaux par des puits forés. Mais, ainsi que nous allons le faire voir, il existe dans une foule de lieux, des eaux qui se meuvent à une très-faible distance de la surface, et qui se perdent sans aucune utilité pour les habitants; cependant, au moyen de travaux peu dispendieux, il est facile de les faire couler au dehors sous forme de sources.

» Immédiatement au-dessous de la terre végétale, il existe fréquemment, même dans des lieux où il n'y a ni alluvions proprement dites, ni cours d'eau, des débris de roches de forme anguleuse, peu cohérents, dont la nature est la même que celle du terrain sous-jacent. Ainsi, les carrières entaillées

soit dans les terrains stratifiés, soit dans les terrains non stratifiés, ne fournissent-elles ordinairement la pierre massive, c'est-à-dire, en blocs volumineux, qu'à une profondeur de plusieurs décimètres, et quelquefois de plusieurs mètres. C'est dans le haut des vallons, et, en général, dans les concavités du sol, que les fragments anguleux dont il s'agit, détachés de leur position première sous l'influence des agents atmosphériques, ont été accumulés sur le plus d'épaisseur. Cette accumulation, bien qu'elle continue sur certains points à s'accroître lentement par des éboulements ou par l'action des eaux sauvages, paraît remonter, pour la plus grande partie, à l'époque à laquelle a été achevé le modelé de la surface du sol. Pour abréger, nous donnerons ici à ce dépôt, le nom de *dépôt-meuble superficiel.*

» Quand la pluie tombe sur un pays, une partie des eaux, après s'être infiltrée au-dessous de la terre végétale, coule dans le dépôt-meuble superficiel, qui est, en général, plus perméable que le sous-sol, sans descendre plus profondément. Il se passe alors, à une profondeur de quelques mètres, sur les surfaces concaves du sous-sol, quelque chose de semblable à ce que l'on voit arriver à la surface même du sol, à la suite d'une averse. Comme le modelé de ce sous-sol s'éloigne ordinairement peu de celui de la superficie, l'examen du relief interne suffit pour déterminer assez approximativement le lieu de rassemblement des eaux de la couche-meuble. Les eaux superficielles convergent vers le fond de l'entonnoir qui forme la naissance de la dépression, c'est-à-dire, à l'origine de la ligne de plus grande pente singulière que l'on nomme *thalweg.* C'est dans un point placé verticalement à peu près au-dessous de ce dernier, que se réunit une partie des eaux d'infiltration. Au fond du dépôt-meuble, elles suintent de proche en proche, en suivant le thalweg souterrain du vallon, jusqu'à ce qu'elles rencontrent un ruisseau dans lequel elles s'infiltrent, sans quitter leur itinéraire occulte. Le mouvement des eaux d'infiltration de la couche-meuble se fait donc, à peu près parallèlement à celui des eaux sauvages qui coulent à sa surface, mais avec cette différence, que ce dernier est très-rapide, tandis que le mouvement souterrain, ralenti par des frottements, paraît se poursuivre pendant des semaines entières après la pluie ou la fonte de neige qui l'a provoqué. Si nous supposons une demi-circonférence de terrain en pente, ayant seulement un rayon de 500 mètres, où il tombe annuellement une couche d'eau de 60 centimètres, dans le dépôt-meuble de laquelle il s'infiltre un tiers de cette quantité d'eau, le volume qui pas-

sera moyennement pendant une année, à l'origine du thalweg souterrain, sera de 1 lit. 2 par seconde, c'est-à-dire, qu'il équivaut au débit d'une faible source. Mais le dépôt-meuble ne contient pas seulement des eaux fournies par l'infiltration d'eaux météoriques; il est, en outre, souvent alimenté par de véritables sources. En effet, dans les terrains de toute nature, c'est précisément dans le haut des vallons ou des petites dépressions du sol, que l'on voit jaillir la plupart des sources. Pour arriver à la surface, ces sources ont donc à traverser une certaine épaisseur de dépôt-meuble; aussi, pendant ce trajet, peuvent-elles s'y perdre soit en partie, soit en totalité. Dans ce dernier cas, l'eau de ces sources, de même que les eaux d'infiltration, suit le thalweg souterrain jusqu'à ce qu'elle se mêle, par voie d'infiltration, à un ruisseau voisin.

» D'après ce qui précède, on voit pourquoi il existe de l'eau à quelques mètres de profondeur, dans beaucoup de dépressions qui sont privées de sources apparentes et de ruisseaux. Cette eau souterraine se trahit très-souvent, même pour un observateur peu exercé, par des épanchements d'eau qui surviennent lors de la crue des sources, par la physionomie aquatique de la végétation qui se développe dans ces plis du terrain, par exemple par la présence de saules vigoureux, enfin par la fraîcheur de l'herbe des prairies au printemps (1). Bien que le relief du sol et son aspect superficiel présentent des caractères très-importants à examiner, il faut cependant aussi tenir compte de sa composition, et voir particulièrement s'il est éminemment imperméable, comme de l'argile, ou, au contraire, s'il est facilement perméable jusqu'à une certaine profondeur. Dès que la présence de l'eau dans le dépôt-meuble superficiel est constatée comme très-probable, il est facile de faire sortir cette eau sous forme de source, en procédant à peu près comme le fait M. l'abbé Paramelle dans ses indications ordinaires. On se place au haut du vallon, au point signalé précédemment, où les filets d'eau se réunissent à la naissance du thalweg. Perpendiculairement à la ligne du thalweg, on pratique une tranchée transversale, longue de 8 à 10 mètres et large de 2 mètres, destinée à recueillir toutes les eaux qui descendent dans le sous-sol; on approfondit cette tranchée jusqu'à ce que les eaux qui y découlent forment *chute*, au moins sur quelques centimètres;

(1) Rien n'empêche d'ailleurs, pour découvrir les lieux où circulent ces eaux, de faire usage des autres caractères moins précis et moins reconnaissables employés par les fontainiers italiens dans la recherche des sources; tels sont la formation de vapeurs sensibles au-dessus du lieu, le matin et le soir, pendant l'été; la présence de moucherons voltigeant en colonnes et se tenant à peu de distance au-dessus du sol, etc.

il est rarement nécessaire de dépasser la profondeur de 4 à 5 mètres. Le fond de la tranchée doit être en double pente, de telle sorte que les filets d'eau qui y affluent se réunissent sur un même point. La source étant ainsi coupée et réunie, on creuse à partir de la rigole transversale, suivant l'axe du vallon, une tranchée ayant une pente suffisante pour l'écoulement des eaux. Cette pente, qui est très-faible (au-dessous de 2 millimètres), est généralement beaucoup moindre que celle du fond du vallon; le fond de la tranchée remontera donc la surface du sol on un point où l'eau coulera d'elle-même du dehors en formant une véritable source (1).

» Les observations qui précèdent fournissent des données suffisantes pour découvrir des sources peu profondes, dans un grand nombre de contrées, de collines, telle que la Lorraine : il suffit pour cela d'avoir recours à des notions très-simples sur le relief et la physionomie du sol et sur sa composition. »

M. l'abbé Paramelle, qui a acquis, par de nombreux succès dus à l'observation et à la pratique, la réputation d'un habile hygroscopiste, a publié sur les procédés dont il fait usage, un livre intitulé *l'art de découvrir les sources*, auquel nous emprunterons quelques détails.

C'est presque toujours, suivant le savant abbé, au fond des vallons et à leur thalweg qu'on voit les sources sortir de terre, et, lorsqu'il n'y en a point d'apparentes, elles y sont cachées et coulent sous le terrain de transport. On peut donc avancer, sauf quelques exceptions, que dans chaque vallée, vallon, défilé, gorge et pli de terrain, il y a un cours d'eau apparent ou caché. Presque tous les phénomènes que présentent les cours d'eau visibles, on peut les appliquer aux cours d'eau invisibles. Toutes les fois que le terrain dont se compose le fond d'un vallon est assez peu perméable pour que, pendant les pluies, il y coule des eaux sauvages, ou il s'y forme un cours d'eau à la surface, un cours d'eau souterrain et permanent suit assez exactement la même ligne que le cours d'eau superficiel et momentané, partout où les bases des deux

(1) Dans la rigole transversale où se réunissent les eaux, on forme un conduit en pierres sèches ayant 0m.30 de longueur et autant de hauteur; après quoi l'on remblaie, d'abord avec des pierres anguleuses, sur 2 mètres d'épaisseur, puis avec des terres quelconques. On place en premier lieu des matériaux perméables, afin que si l'eau dépasse le volume présumé, elle se répande dans les remblais, et en outre, pour qu'en cas d'éboulement du conduit, la circulation des eaux au fond de la rigole ne soit pas entravée. A partir de la rigole de réception, l'eau est amenée dans la rigole longitudinale par des tuyaux en bois. Le volume de la source s'accroît souvent au bout de quelques mois.

coteaux sont contigus. Cela arrive encore dans les plaines, lorsque les deux pentes latérales sont inclinées vers le canal du cours d'eau temporaire.

Cependant cette concordance des deux cours d'eau coulant l'un sur l'autre pendant les pluies, est souvent dérangée : 1° par la stratification des coteaux; 2° par les travaux faits de main d'homme; 3° par les cours d'eau visibles livrés à eux-mêmes dans les plaines. C'est ici que l'hydroscope doit être attentif.

Le thalweg visible ne concorde pas toujours avec le thalweg invisible, lorsque les rochers qui composent les deux coteaux sont à stratification concordante, et que les assises du coteau en pente douce vont plonger sous les assises du coteau opposé qui est le plus rapide. Dans ce cas, le cours d'eau passe au pied du coteau le plus rapide, et quelquefois même, quoiqu'assez rarement, il abandonne le thalweg que forment les deux coteaux et va marcher sous les strates du coteau le plus rapide; mais toutes les fois que le cours d'eau souterrain n'a jamais été dérangé par les travaux des hommes, ni par les attérissements à la surface du terrain, ce cours suit toujours le vrai thalweg.

Toutes les fois que l'on reconnait que le thalweg visible est en désaccord avec le thalweg invisible, il faut observer attentivement les deux plans inclinés que forment les coteaux opposés, et se rappeler que le cours d'eau suit sous terre la ligne de leur intersection. Ainsi, si la pente des deux coteaux est égale, le cours d'eau souterrain marche à égale distance des deux lignes côtières. Si la pente de ces coteaux est inégale, par exemple, si la pente de l'un est double de celle de l'autre, le cours d'eau sera au quart de la distance qu'il y a entre sa ligne côtière et la ligne côtière du second. Si l'un des deux coteaux est un escarpement, le cours d'eau souterrain passe à sa base. Le thalweg souterrain est encore indiqué par des épanchements d'eau temporaires qui sortent sur la ligne de ce thalweg après des pluies. Dans certains endroits, cette éruption a lieu par un boyau ou conduit vertical qui reste toujours ouvert; dans d'autres, l'eau s'élève à travers des pierrailles ou terrain de détritus qui cachent l'ouverture du rocher par lequel elle s'épanche. On n'a donc, en creusant, qu'à suivre ce boyau pour être certain de trouver le cours d'eau permanent, et le plus souvent à une faible profondeur.

Il ne suffit pas de connaître la ligne que parcourt une source sous terre, il faut encore savoir quels sont les points de son parcours qui peuvent réunir le plus d'avantages et le moins d'inconvénients pour la fouille; c'est-à-dire qu'il faut rechercher les points où les sources ont les moindres profon-

deurs et ceux où elles donnent la plus grande abondance d'eau. Les points où une source a les moindres profondeurs sont : 1° le point central du premier pli de terrain où se réunissent sur la plage élevée, tous les filets d'eau qui concourent à sa formation. Ce point de moindre profondeur est facile à reconnaître, en ce qu'il est vers le milieu du pli du terrain et que le thalweg commence à s'y manifester. 2° Le centre du cercle où il commence, c'est-à-dire le centre du vallon en forme de cercle au bout duquel elle prend naissance. 3° Le bas de chaque pente du thalweg visible. Dans tout le parcours souterrain d'une source, les points où elle est moins profonde, sont les pieds des descentes. 4° L'approche de son embouchure, c'est-à-dire où elle dégorge dans un cours d'eau visible et permanent.

Une source s'accroît à mesure qu'elle avance, mais il n'est question ici que de la différence de volume qu'on peut lui trouver en la prenant à quelques dizaines de mètres plus en amont ou plus en aval. Les points où les sources ont la plus grande abondance d'eau, sont comme la plus faible profondeur, les pieds des descentes. Seulement, dans les plaines composées de terrain de transport, entrecoupées de couches alternatives perméables et imperméables, les sources s'étendent en nappes partout d'égale abondance, et en creusant profondément on trouve plusieurs nappes superposées marchant chacune dans sa couche perméable.

Les sources ne se trouvent pas seulement dans le thalweg des vallées, vallons, gorges, etc. On en rencontre encore sur les montagnes et les collines de toute hauteur, sur leurs versants. Lorsqu'une montagne ou colline est surmontée d'un plateau et placée entre deux vallons, toutes les eaux pluviales qui tombent sur ce plateau suivent le versant qui a la pente la plus douce et vont dans le vallon le plus éloigné de la crête. On ne doit donc jamais chercher les sources dans le coteau le plus rapide, mais bien sur celui en pente douce, entre les assises duquel filtrent les eaux. Les points d'un versant où les sources cachées sont les plus nombreuses, les plus abondantes, moins profondes et où leur présence est le mieux caractérisée, sont dans la ligne côtière. Ces points les plus favorables se trouvent d'espace en espace, à des intervalles plus ou moins longs. Mais on trouve aussi des sources à la corniche ou sur le plateau lui-même.

Pour connaître la profondeur à laquelle il faut creuser pour trouver la source, il faut examiner si l'eau se montre déjà naturellement, ou par le travail de l'homme, dans le thalweg du vallon. Chaque apparition de la source est un

point de repère pour établir par un nivellement sa profondeur au point où l'on veut qu'elle débouche. Lorsque la source ne se manifeste en aucun point, on cherche, par quelques opérations faciles, à quelle profondeur au-dessous du terrain de transport qui comble la vallée, les pentes opposées des coteaux adjacents se rencontrent, ou la ligne du thalweg souterrain. Quant aux sources sur les coteaux ou les plateaux, on étudie la structure géologique du terrain, l'allure des couches perméables et imperméables et leurs affleurements. On s'arrête, en descendant les pentes, aux couches imperméables, et en établissant la différence de hauteur entre ces couches et le lieu où l'on veut creuser, on trouve la vraie profondeur de la source.

Comme résultat général de ses observations, M. l'abbé Paramelle affirme, relativement au volume d'eau que doivent fournir les sources, que dans les plateaux couverts de terrains de détritus de 2 à 8 mètres d'épaisseur et reposant sur une couche imperméable convenablement inclinée, chaque surface d'environ 5 hectares produit, dans les temps de sécheresse ordinaire, une source d'environ 1 centimètre d'eau fontainier débitant près de 4 litres d'eau par minute. A partir de cette quantité, les sources, suivant les localités, la porosité des terrains, leur disposition, peuvent produire des quantités qui varient depuis 1 centimètre par 5 hectares jusqu'à zéro.

Un terrain favorable à la découverte des sources est celui qui présente à la surface une couche imperméable de quelques mètres d'épaisseur, et sous cette couche une autre imperméable et convenablement inclinée. Si cette disposition du terrain se répète plusieurs fois, une source coule sur chaque couche imperméable.

Les terrains primitifs, peu perméables de leur nature, lorsqu'ils ont leurs plateaux recouverts de terrain de détritus ou de roches pourvues d'un grand nombre de fissures verticales, renferment des sources très-nombreuses, peu éloignées l'une de l'autre, toutes d'un faible volume, s'épanchant au bas du plateau. Il en est de même dans le fond de chaque vallon. Mais les coteaux des terrains primitifs qui sont unis ou sans ondulations, et ne sont pas recouverts de terrains perméables, sont généralement dépourvus de sources.

Les terrains de transition étant assez perméables à l'eau, celle-ci, lorsqu'ils sont superposés à des terrains primitifs, y descend par infiltration jusque sur ces derniers, dont elle suit les pentes pour s'échapper par des fentes ou des fissures.

Les sources visibles sont moins multipliées dans les ter-

rains secondaires que dans les terrains primitifs, mais elles y sont plus volumineuses, car c'est une règle applicable à tous les terrains, que plus les sources visibles sont rares, plus elles sont abondantes, et réciproquement. Les terrains secondaires les plus propices à la découverte des sources, sont les calcaires oolitique, compacte, saccaroïde, siliceux, coquillier, marneux et grossier. A ces terrains il faut ajouter les calcaires à gryphites, à ammonites et à bélemnites. Un terrain favorable aux sources, et qui en indique la présence d'une manière certaine, c'est la craie tuffeau. Les grès et les sables verts, les meulières, le calcaire spathique, le calcaire à cérites, le calcaire d'eau douce, et les marnes vertes, sont encore des terrains favorables à la production des sources, quand ils se trouvent dans des positions convenables. Enfin, les terrains d'alluvion et d'attérissement offrent des nappes et des courants d'eau nombreux et puissants, surtout quand ils sont entrecoupés de couches imperméables et peu inclinées.

Les terrains défavorables à la découverte des sources, sont les terrains volcaniques, les calcaires caverneux, à boitouts et cellulaires, les dolomies, les argiles, les marnes, certaines craies, le terrain élymien.

Enfin, il ne faut pas chercher les sources dans les terrains stratifiés reposant sur leur tranche, dans les affaissements, les glissements et les éboulements de terrain.

§ 24. SYSTÈME GÉNÉRAL DES FONTAINES NATURELLES.

Malgré l'abondance des cours d'eau en France et des sources visibles ou invisibles qu'on y rencontre, il est encore bon nombre de localités importantes qui sont privées d'eau et qui ignorent les moyens de s'en procurer. Comme le fontainier peut bien être consulté sur ce cas intéressant, nous allons lui indiquer un moyen qui vient d'être proposé tout récemment par M. J. Dumas, de Valence, dans un ouvrage intitulé : la *Science des fontaines ou moyen sûr et facile de créer partout des sources d'eau potable*, in-8°, pour doter ces localités du principe de fécondité et de salubrité qui leur manque.

Le système est fondé sur les faits physiques suivants : 1° l'origine des fontaines naturelles; 2° la quantité moyenne et annuelle de pluie dans les diverses localités; 3° la perte moyenne des eaux pluviales; 4° enfin la quantité moyenne annuelle de pluie absorbée par le sol.

Nous n'avons qu'à nous occuper ici de l'origine des sources; quant à la quantité moyenne et annuelle d'eau qui

tombe, elle varie en général avec la latitude et suivant les localités. Cette eau s'écoule de trois manières : une partie est absorbée par le sol et produit des sources, des fontaines, des rivières et des fleuves; une autre partie glisse sur le sol et va grossir immédiatement les torrents et les rivières; enfin, une troisième se dissipe par évaporation.

C'est cette partie des eaux pluviales qui forme les torrents et qui, dans quelques saisons, fait gonfler et déborder les rivières, qu'on pourrait arrêter dans leur course en leur opposant des digues convenables et barrant les vallées.

Si de la quantité moyenne de pluie qui tombe annuellement dans une localité, on retranche $0^{m}.26$ qui représente la perte résultant de l'évaporation, la différence exprimera l'épaisseur de la couche d'eau absorbée annuellement par le sol dans cette localité, pourvu que les eaux pluviales ne puissent s'épancher dans les vallées en ruisseaux et en torrent, qu'elles soient arrêtées et maintenues dans les lieux mêmes où elles sont tombées du ciel et contraintes de demeurer là pour saturer plus longtemps, et plus au loin, les terres qui les ont reçues.

Ces principes posés, on est conduit rigoureusement à la conclusion suivante :

Dans toute localité où la disposition des terrains diversement accidentés présentera des ondulations bien saillantes et une ou plusieurs vallées d'assez grande étendue et conformées de manière à recevoir naturellement les eaux des collines adjacentes, il sera toujours possible de créer des fontaines nouvelles, à l'instar de celles de la nature, en exécutant dans ce lieu ce que la nature n'a pas fait, mais qu'elle aurait pu faire, et en procédant d'après des moyens analogues à ceux qu'elle a primitivement employés dans la formation des sources naturelles actuellement existantes.

Il suffira, pour cela, de construire dans une vallée ou dans plusieurs vallées, des digues formant barrages pour arrêter et recevoir les eaux de la pluie, afin de forcer ces eaux à saturer au loin et au large le sol de la vallée et de favoriser ainsi l'absorption d'une grande masse d'eau par le sol et son écoulement dans l'intérieur de la terre. Puis, au moyen de tranchées de recherche et de tranchées-filtres pratiquées convenablement sous les barrages, de recueillir souterrainement ces eaux ainsi filtrées et dégagées de tout corps étranger. Enfin, par la voie d'une tranchée longitudinale qui mettra les autres tranchées en communication et qui constituera ainsi la mère-fontaine, de conduire ces eaux dans un réservoir souterrain qui sera le point de partage. De ce bassin appelé régulateur,

on pourra distribuer sur les points inférieurs, des fontaines permanentes qui fourniront en toute saison les meilleures eaux potables.

Tel est le principe exposé par M. J. Dumas, pour la création de fontaines et de sources naturelles. Nous bornerons ici ce que nous voulions dire sur ce système, en renvoyant pour le détail des applications à des localités déterminées, à l'ouvrage même de l'auteur.

CHAPITRE III.

Hydrométrie décimale, poids de l'eau, sa vitesse, sa pression, sa division en colonnes métriques.

§ 1. HYDROMÉTRIE DÉCIMALE. (Voyez les fig. 80 à 86, pl. 4.)

Les fontainiers, comme presque tous les ouvriers, quand ils ont un certain âge, éprouvent une grande répugnance à convertir leurs anciennes mesures d'eau en mesures décimales; malgré les prescriptions de la loi, nous serons encore longtemps obligés d'entendre dire un pouce, une ligne d'eau, un corps de pompe de 32 pieds, et cela, parce que tous les ouvrages imprimés se servent de ces locutions.

§ 2. MESURE DE L'EAU.

D'après la table de Mariotte, les ajutages de différentes grandeurs absorbent les quantités qu'il évalue en pintes, ce qui est encore pis, car la pinte n'est pas une mesure uniforme. Son livre n'était vrai que dans le pays où il l'avait écrit. Les ouvriers y ont substitué le litre, et ils disent ainsi, qu'un ajutage de 7 millimètres donne 3 litres d'eau par minute; cela n'est pas vrai non plus, et les calculs faits sur cette base sont tous erronés.

Pour mesurer exactement la quantité d'eau que donne l'orifice d'un bassin, il faut nécessairement recourir à l'étalon jaugeur que confectionnent avec soin les opticiens ou les mécaniciens (Pl. 4, fig. 84, 85, 86). L'orifice de cet instrument peut être multiplié ou divisé, et il donne toujours des résultats à peu près certains; je dis à peu près, car le poids de l'air et celui même de l'eau peuvent modifier l'absorption de l'orifice. Supposons qu'il ait 1 centimètre, qu'il soit fait dans un bassin de 50 mètres carrés, la quantité d'eau coulant par

l'orifice sera beaucoup plus grande que si le bassin n'avait que 1 mètre carré; mais cela présente peu d'intérêt, parce que lorsqu'un fontainier est chargé de fournir un certain nombre d'hectolitres ou de litres sortant de tel bassin, il sait ou calcule nécessairement le degré de vitesse de l'éjection de l'orifice, et se détermine par cette connaissance. Il n'est pas nécessaire de s'étendre sur des théories plus ou moins savantes, mais aussi plus ou moins obscures; on peut très-bien se contenter de prendre pour unité le millimètre, le litre et la minute; et, quand, par des calculs bien simples et une expérience qui ne l'est pas moins, on aura trouvé ce qu'un orifice de 1 millimètre donne de litres en une minute, on saura bientôt ce qu'il donne par heure, par jour ou par année, si toutefois on a besoin de le savoir.

Les prises d'eau se font généralement en raison des besoins de celui qui les effectue; elles ne sont pas continues, à moins qu'il ne s'agisse de moteurs industriels, mais alors les traités se font à forfait; généralement on mesure l'eau en se réservant de la prendre dans le courant d'une journée à l'heure convenable : c'est ce besoin apprécié qui détermine la mesure de l'orifice.

S'il s'agissait d'établir un jet d'eau perpétuel, ce serait différent; il faudrait mesurer rigoureusement. On a adopté, en hydrométrie, pour les calculs qui exigent une grande précision, l'unité sous le nom de module. Le dixième du module donne 1000 litres d'eau en 24 heures; le double module est le plus grand orifice que l'on doive percer dans les établissements publics : il donne 20 mille litres dans le même espace de 24 heures. Voyez, Pl. 4, fig. 83, 84, 85, 86, les modules et fractions de module correspondant à l'étalon dont nous avons parlé plus haut.

Le fontainier peut avoir chez lui un étalon inverse de celui dont on se sert pour vérifier les orifices et se rendre compte immédiatement de la quantité d'eau que fournirait un orifice demandé. Il lui suffit pour cela d'adapter à un fût quelconque des orifices en métal portant pour dixièmes les fractions du module de l'étalon et s'élevant ensuite au double du module et même plus haut, car on peut avoir des orifices de 4, de 6, de 8 modules, aussi bien que d'un ou du double. (*Voyez* ci-après, § 6 et 7.)

§ 3. POIDS DE L'EAU.

Lorsqu'il s'agit d'apprécier le poids d'une certaine quantité d'eau pour en connaître la pureté et savoir combien elle

contient de matières étrangères, il est assez difficile d'arriver à un résultat satisfaisant avec le litre ordinaire, je dirai même que cela est impossible ; car, bien que le litre d'eau distillée représente mille grammes d'eau, que le décalitre représente dix mille grammes, et ainsi de suite des mesures plus grandes ou de leurs fractions décimales, on comprend que peser 1 litre d'eau et mesurer même avec un contenant d'un poids certain, 1 litre d'eau ne donnera qu'un poids approximatif, car quelque soin qu'on prenne de bien remplir un contenant, il suffira de quelques gouttes de moins pour que l'opération soit fausse. D'un autre côté, faire la tare du contenant, et le peser ensuite après l'avoir rempli, ne donnera non plus rien de positif sur la pesanteur de l'eau, quand il n'y aura entre cette eau et l'eau distillée qu'une légère différence. Ces difficultés sérieuses ont donné lieu à la recherche d'un instrument plus parfait : on l'a trouvé ; il se nomme hydromètre, et il donne, d'une manière simple et facile, la pesanteur spécifique des fluides. Voici sur quel principe est fondé cet instrument ingénieux.

Un corps, quand il se maintient flottant dans l'eau, déplace une quantité de ce fluide égale à son propre poids. Si le même corps est rendu flottant dans différents fluides, la quantité de ces fluides qu'il déplace dépendra plus du fluide le plus léger que du fluide le plus pesant, et par conséquent il pénètre plus profondément dans le premier que dans le second.

Il suit de là qu'à chaque fluide de pesanteur différente correspond une profondeur différente de l'immersion du même corps. Or, les pesanteurs spécifiques correspondantes aux divers degrés d'immersion peuvent être aisément calculées à l'aide d'une échelle appliquée au corps flottant. C'est le principe et la fin de l'hydromètre. Il contient une division décimale indiquant le nombre de degrés que pèse chaque liquide : on peut donc, en plaçant l'hydromètre dans un bassin plein d'eau et en observant à quel point il se maintient dans l'immersion, c'est-à-dire au niveau de la surface de l'eau, déterminer exactement la pesanteur spécifique de l'eau, et il est démontré que plus elle est pure, moins elle pèse; que plus elle pèse, moins elle se rapproche de l'eau distillée, et plus elle contient de matières étrangères.

Cet instrument est ordinairement formé d'une sphère en cristal ou en métal, au-dessous de laquelle se trouve un récipient rempli de plomb dont l'objet est de maintenir l'instrument verticalement ; au-dessus de cette boule s'élève une tige également en métal ou en cristal sur laquelle ou dans laquelle sont marqués les degrés. Les tubes de cristal qui

contiennent l'échelle imprimée sur une bande de papier, sont plus commodes, mais bien moins solides; ils suffisent à l'amateur qui s'occupe d'expériences, mais les tiges de métal conviennent mieux aux artisans et surtout aux fontainiers.

Tout le monde connaît la structure du thermomètre de bain; l'hydromètre lui ressemble.

Il y en a de plusieurs espèces; celui de Sike est en usage en Angleterre.

L'aréomètre de Parcieux n'est autre chose qu'un hydromètre rendu d'une excessive sensibilité. (*Voyez* au surplus, le *Manuel d'Hydrostatique*, nos 306 et 307, qui fait partie de l'*Encyclopédie-Roret*.)

§ 4. VITESSE DE L'ÉCOULEMENT DE L'EAU.

C'est un principe généralement admis, qu'il s'écoule deux fois autant d'eau par un même orifice quand le bassin d'où elle sort est constamment rempli, que lorsqu'il se vide sans être rempli au fur et à mesure de l'écoulement. Ainsi, le fontainier qui veut qu'un bassin lui fournisse constamment un module d'eau, doit, pour qu'il soit toujours plein, l'alimenter par un orifice de deux modules; il suit de là que le poids de la pression du liquide double la vitesse de son écoulement.

Si au poids spécifique du liquide on ajoute un poids étranger, on augmentera la vitesse en raison de la pesanteur de ce nouvel agent; il s'ensuit que si un bassin parfaitement cylindrique est plein, il donne deux fois autant d'eau par son orifice que s'il était en vidange, et qu'on en portera l'élévation au double ou triple en foulant le liquide par un couvercle chargé de poids assez lourds pour atteindre le poids de la totalité du liquide contenu dans ce bassin; mais alors le jet d'eau ne s'élèvera que pendant un certain temps, et il tombera à mesure que l'eau diminuera.

En général, la charge d'eau contribue beaucoup à la vitesse; en général aussi, la charge peut être divisée en deux parties, l'une produisant la vitesse, l'autre employée à vaincre le frottement.

Pour déterminer la quantité d'eau qu'un tuyau pourra fournir, quand la hauteur du réservoir au-dessus du point d'écoulement, la longueur du tube et son diamètre sont connus, multipliez l'aire du tube en mètres ou décimètres par la vitesse en mètres ou décimètres, et le résultat sera l'écoulement en mètres ou décimètres cubes par seconde.

S'il s'agit de trouver le diamètre d'un tube destiné à fournir une quantité d'eau par minute, la hauteur de la surface

dans le réservoir au-dessus du lieu d'écoulement et la longueur du tube étant connues, il faut recourir aux logarithmes, ce qui est une opération en dehors de celles des fontainiers.

Terminons par une opération importante : c'est que lorsqu'un tube est courbé à angle ou en arc, on doit diminuer la vitesse en prenant le produit de son carré multiplié par la forme des sinus des divers angles ou courbes.

§ 5. PRESSION HYDRAULIQUE.

Il y a trois cas principaux relatifs à la pression hydraulique sur des surfaces planes perpendiculaires :

Quand un jet détaché choque un plan ;

Quand le plan se meut dans une étendue illimitée d'eau, ou que la surface est très-petite par rapport au courant qui la choque ;

Quand l'impulsion a lieu dans une eau définie.

Supposons donc qu'un courant d'eau choque un plan de manière à perdre tout son mouvement, il est évident que la force qui détruit le mouvement doit être égale à celle qui le produit, c'est-à-dire au poids de la colonne d'eau qui opère pendant le temps nécessaire pour lui faire acquérir une vitesse donnée; et la quantité d'eau qui arrive pendant ce temps étant égale à deux fois la colonne dont la longueur est la hauteur due à la vitesse, la pression hydraulique doit être égale à deux fois la charge d'une pareille colonne. L'impression relative contre le plan en mouvement doit être déterminée par la différence des vitesses; mais quand toute l'eau du courant choque contre le plan, l'effet de l'impulsion peut être déterminé plus simplement que si un corps solide choquait un plan avec la vitesse relative.

La puissance de l'eau est égale à la vitesse et à la pression due à la hauteur de la colonne. Le mot *puissance* dans le langage des mécaniciens signifie l'action d'une force de pesanteur, d'impulsion ou de pression destinée à produire un mouvement.

C'est ce principe que le fontainier doit entendre et appliquer quand on lui demande quelle est la force d'une fontaine qu'il a découverte et quel parti on en peut tirer pour l'agriculture, l'industrie ou l'embellissement d'une propriété.

Si nous ne craignions pas de dépasser les bornes de ce petit traité, nous expliquerions comment la somme des poids élevés par l'action de l'eau et des poids nécessaires pour vaincre le frottement et la résistance d'un mécanisme, multipliés par la hauteur à laquelle le poids peut être soulevé dans un temps donné, offre un produit égal à l'effet de cette puis-

sance ; mais nous ne devons pas nous jeter dans des principes théoriques qu'on peut trouver ailleurs. (Voy. *le Manuel de Mécanique hydraulique*, t. 2, qui fait partie de l'*Encyclopédie-Roret*.)

§ 6. DIVISION DE L'EAU EN COLONNES MÉTRIQUES.

Maintenant que nous avons donné les règles en usage pour mesurer, peser l'eau, pour en calculer la vitesse et la pression, nous terminerons en donnant une échelle du poids des colonnes d'eau par mètre de hauteur, déterminant en même temps le diamètre et la valeur des millimètres circulaires en grammes ou kilogrammes. Le lecteur est prié de faire bien attention à la progression étonnante des nombres : en arithmétique, lorsque dix donnent 78, vingt donnent 156. Dans notre table, quand dix donnent 78, vingt donnent 314. En arithmétique, quand 100 donnent 7,850 et 10—78, ce qui ferait 7,928, cent dix donnent 9,520, et ainsi de suite.

Une colonne d'eau circulaire d'un mètre de hauteur et de 10 millimètres de diamètre pèse 78 grammes : en continuant de dix en dix, on obtient les résultats suivants :

Colonne de	20	millimètres pèse	314	grammes.
de	30	id.	710	
de	40	id.	1,257	
de	50	id.	1,963	
de	60	id.	2,826	
de	70	id.	4,047	
de	80	id.	5,024	
de	90	id.	6,379	
de	100	id.	7,850	
de	110	id.	9,520	
de	120	id.	11,310	
de	140	id.	15,400	
de	160	id.	20,110	
de	180	id.	25,447	
de	200	id.	31,415	
de	220	id.	38,020	
de	240	id.	45,240	
de	260	id.	53,092	
de	280	id.	61,572	
de	300	id.	71,017	

Cette table s'arrête au chiffre 300 qui est le terme le plus élevé du diamètre des colonnes-d'eau. On s'en servira bien rarement sans doute, car cette mesure rigoureuse du poids des eaux n'est pas d'une grande utilité, mais elle doit avoir

un effet assez important, celui d'éveiller l'attention des fontainiers sur les erreurs qu'ils peuvent commettre, et celle des propriétaires et des industriels sur la manière de se rendre compte de la distribution des filets en colonnes d'eau.

§ 7. DE LA MESURE ANCIENNE DES EAUX.

On a évalué longtemps, et on évalue encore souvent, le débit des orifices d'eau, en prenant pour unité le *pouce de fontainier*, et comme cette unité est encore très-usitée, nous en dirons ici un mot.

On entend par pouce de fontainier, la quantité d'eau qui s'écoule d'un orifice d'un pouce de diamètre percé en minces parois, en supposant que la charge d'eau reste constamment la même et de 15^{mill}.791 au-dessus du centre de l'orifice.

Dans ces conditions, un orifice débite 13^{lit}.4 par minute ou 19 mètres cubes 2 en 24 heures. Ce débit varie avec la charge, c'est-à-dire avec l'élévation de l'eau au-dessus de l'orifice.

Un orifice rond de 1 demi-pouce de diamètre et sous la même charge d'eau ne débite que le quart du volume d'eau ci-dessus ou 4 mètres cubes 8 par 24 heures; c'est un quart de pouce de fontainier.

Le pouce d'eau se divise en 144 lignes de fontainier, et par conséquent un orifice d'une ligne de diamètre, avec charge sur le centre de 15^{mill}.791, ne débite que la 144e partie du pouce de fontainier, ou en 24 heures 133 lit.33.

Pour évaluer le débit d'une fontaine, on entoure le bassin extérieur d'un batardeau en terre grasse, de manière à en réunir toutes les eaux, et dans ce barrage on établit une ouverture devant laquelle on plaque une place mince percée de plusieurs trous ronds qu'on ferme avec des bouchons de liége ou des chevilles de bois. Ces trous ont des diamètres différents, décroissant à partir de 1 pouce, c'est-à-dire qu'on a plusieurs trous de 1 pouce, plusieurs autres de 1/2 pouce, de 1/4 de pouce, etc. Cette plaque étant posée transversalement et d'une manière étanche dans l'ouverture pratiquée dans le barrage, on débouche successivement les trous de 1 pouce, puis les subdivisions, jusqu'à ce que le niveau de l'eau se maintienne très-exactement à 15^{mill}.791 au-dessus du centre des orifices. On fait alors la somme des pouces et de leurs subdivisions qui ont été ouverts pour cela, et on a ainsi le régime de la fontaine ou de la source dans un temps donné, de façon qu'on peut calculer aisément ainsi son débit en 24 heures en pouces de fontainier, en mètres cubes ou en litres. La plaque mince qui sert à cette opération se nomme une *jauge*, et l'opération elle-même *jauger*.

Afin de faciliter les calculs, nous donnerons ici le tableau du débit des sources et des fontaines ou même des petits cours d'eau, depuis 1/4 de pouce jusqu'à 100 pouces de fontainier.

NOMBRE de pouces.	DÉBIT par année.	DÉBIT par jour.
pouces de fontainier.	mètres cubes.	litres.
1/4	439	1,237
1/2	1,757	4,752
1	7,027	19,200
2	14,054	38,400
3	21,082	57,600
4	28,109	76,800
5	35,136	96,000
6	42,163	115,200
7	49,190	134,400
8	56,218	153,600
9	63,245	172,800
10	70,272	192,000
15	105,408	288,000
20	140,544	384,000
25	175,680	480,000
30	210,816	576,000
35	245,952	672,000
40	281,088	768,000
45	316,224	864,000
50	351,060	960,000
60	421,632	1,152,000
70	491,914	1,344,000
80	562,176	1,536,000
90	632,448	1,728,000
100	702,720	1,920,000

DEUXIÈME PARTIE.

DE L'ART DU MÉCANICIEN-POMPIER.

CHAPITRE PREMIER.

Principes généraux sur l'air, l'eau, les tuyaux, etc.

§ 1. NOTIONS PRÉLIMINAIRES.

On doit aux alchimistes les découvertes qui n'ont pas été étrangères aux progrès rapides qu'a faits la chimie de nos jours. On doit aussi quelques solutions géométriques à ceux qui cherchaient la quadrature du cercle, et quelques perfectionnements mécaniques à ceux qui se sont ruinés pour le mouvement perpétuel.

L'aimant, l'électricité ou les effets de la pile voltaïque ont été mis à contribution, isolément, simultanément ou diversement combinés; mais aucun des corps répandus dans la nature n'a plus excité l'attention des inventeurs pour la recherche du mouvement perpétuel, que celui dont nous allons examiner les propriétés.

Malheureusement, se fiant trop sur la mobilité d'un fluide tel que l'eau, ne tenant pas compte de la force attractive qui fixe les corps, quels qu'ils soient, à la surface de la terre; ne sachant pas se rendre raison des causes naturelles qui s'opposent à ce phénomène mécanique; ne revenant pas même de leur erreur, lorsqu'après beaucoup de travail, de dépenses, ils s'aperçoivent avec stupeur qu'ils sont retombés dans le cas d'équilibre, ou que, s'ils ont gagné en force, ils ont perdu en vitesse ou en temps, et réciproquement, ceux-là ne se dégoûtent ordinairement pas, et souvent même s'acharnent avec opiniâtreté à trouver la solution d'un problème qui n'en a point.

En effet, un mouvement perpétuel qui ne dépendrait pas du mouvement si bien coordonné qui fixe des orbites aux corps célestes, règle le temps de leurs révolutions; un semblable mouvement, disons-nous, s'il eût pu se fabriquer par la main des hommes, eût pu aussi se reproduire en dehors

de notre sphère par le concours seul des éléments ou de la matière ; de là, des perturbations imprévues ou encore des phénomènes semblables à ceux qui ont presque toujours servi de base ou de guide à leur solution mécanique ou physique dans nos laboratoires.

Ainsi, les efforts de l'esprit tournent toujours à l'avantage de l'humanité, les arts se prêtent un secours mutuel, et telle invention d'abord dédaignée par les esprits faibles ou repoussée par les esprits forts, finit par prendre sa place et par captiver l'attention générale.

L'art du mécanicien-pompier a beaucoup profité des découvertes des sciences physiques, et quoiqu'il soit parvenu à un degré de perfection remarquable, le mécanicien-pompier peut encore penser qu'il n'est pas à sa dernière découverte.

Notre objet, aujourd'hui, est de mettre à la portée de tout le monde les connaissances acquises ; heureux si nos enseignements peuvent contribuer à de nouveaux perfectionnements.

L'agent principal du pompier est l'air, son principal élément est l'eau : occupons-nous donc d'abord de l'air et de l'eau, pour lesquels il ne peut y avoir de pompe ; nous ferons ensuite la description des différentes espèces de pompes, des siphons, des tubes, des soupapes et de tout ce qui constitue l'art du pompier-mécanicien.

§ 2. DE L'AIR.

La plupart des ouvriers ne jugent de la pesanteur des corps que par l'effet qui se présente naturellement à leurs yeux, c'est-à-dire par leurs différences de poids, relativement à leurs volumes : encore faut-il que ces objets de comparaison soient sensibles à leur vue ; car quand on leur parle d'air atmosphérique, ils ne savent s'en former une autre idée que par le sentiment de contact qu'ils en éprouvent lorsqu'il est agité. Mais il est nécessaire qu'ils sachent qu'il est pesant, bien qu'il ne soit pas sensible à notre vue, et que nous n'en paraissions ressentir aucune surcharge quelconque.

L'air n'est plus un élément, mais un fluide composé, élastique, pondérable, incolore, inodore.

Il est composé, car on est parvenu de nos jours à le diviser en deux autres fluides comme lui transparents, mais éminemment distincts : l'un est le gaz oxygène, l'autre le gaz azote.

Il est élastique, car si dans un tube de verre recourbé on verse du mercure jusqu'à ce qu'il occupe un niveau quelcon-

que, qu'ensuite on bouche une extrémité des deux branches, en continuant à verser du mercure dans l'autre, on verra le volume d'air contenu dans le tube dont l'extrémité est bouchée se comprimer sensiblement, et suivre la loi des fluides élastiques permanents et secs, c'est-à-dire que son élasticité augmentera en raison inverse de l'espace qu'il occupe. S'il était d'abord contenu dans un espace égal à 1, et que son élasticité dans ce cas fût représentée par 1, elle deviendra égale à 2 s'il est ensuite comprimé dans un espace égal à $^1/_2$.

Cette propriété élastique de l'air a été mise à profit par les fontainiers, dans plusieurs cas, comme nous le verrons plus tard.

On a douté très-longtemps qu'il fût pondérable, et ce n'est que depuis cent cinquante ans qu'on lui a reconnu cette propriété. De nos jours on répète facilement l'expérience qui tend à prouver que l'air est pesant : on prend un vase débouché, on le pèse; ensuite, au moyen d'une pompe à air, on vide autant que possible l'air contenu dans sa capacité intérieure, on le bouche ainsi vidé, on pèse de nouveau, et on trouve qu'il a diminué de poids.

Tout le monde connaît l'expérience dont Torricelli est l'auteur : ayant rempli de mercure un tube de verre de 81 centimètres de longueur et bouché par une de ses extrémités, il le retourna ensuite de manière à plonger son extrémité débouchée dans une cuvette contenant aussi du mercure. Alors il vit la colonne de métal s'abaisser jusqu'aux environs de 76 centimètres, et il en conclut, avec raison, que l'air agissant par sa pesanteur sur le mercure de la cuvette, tandis que l'extrémité supérieure de la colonne correspondant au tube bouché en était entièrement garantie, il en conclut, dis-je, que cette colonne de 76 centimètres était ainsi maintenue en suspens par la pesanteur de l'air extérieur, et de plus, qu'elle représentait exactement la valeur de la colonne d'air atmosphérique supérieure, de même diamètre que celui du tube de verre.

Le célèbre Pascal, sans nier cette vérité, proposa une contre-épreuve, en disant que s'il en était ainsi, le niveau supérieur du mercure devait évidemment baisser dans le tube où il était suspendu, si on le transportait au sommet d'une montagne. L'expérience eut lieu sur le Puy-de-Dôme, et elle confirma entièrement la doctrine avancée par Torricelli. Elle s'accorde si bien, qu'on est parvenu de nos jours à utiliser cette seconde expérience pour calculer la hauteur des montagnes presque aussi rigoureusement que par les moyens trigonométriques ordinaires.

L'air atmosphérique, relativement aux aspérités de notre globe, suit donc une loi semblable à celle de l'eau de la mer à l'égard des hauts fonds et des îles, c'est-à-dire qu'au lieu de s'onduler sur les pentes déclives des montagnes ou sur leurs points culminants, ces dernières entament son épaisseur. On sait aujourd'hui qu'un abaissement de mercure de $2^{mil}.256$, etc., équivaut à une élévation de $24^{m}.26$ prise du niveau de la mer ; que le poids de l'eau distillée étant égal à 770, celui de l'air est égal à un ; enfin, que nous supportons, sur toute la surface du corps, une charge d'environ 14,670 kilog.

Et cette dernière valeur ne paraîtra pas extraordinaire si on réfléchit que, plongés dans l'air comme dans un corps liquide, il agit sur tous les points de notre superficie, soit à l'extérieur, soit à l'intérieur ; car nous en contenons aussi un certain volume qui concourt à balancer cette pression extérieure. Ceci est tellement vrai, qu'en enlevant cette pression par le moyen du vide pneumatique, nous ne tarderions pas à éclater par l'effet de l'air intérieur, qui chercherait à se dilater, d'autant plus qu'il trouverait moins d'obstacle à s'étendre.

Et si l'air n'avait ni masse ni pesanteur, en sentirions-nous l'effet lorsqu'il est agité, ou serait-il possible de concevoir de la vitesse à un corps qui serait dans cette hypothèse ?

L'air est donc pondérable. Toutefois, il existe encore des fluides élastiques moins pesants que lui, mais qui le sont toujours plus ou moins : le gaz hydrogène est dans ce cas, aussi l'emploie-t-on pour faire enlever des enveloppes de taffetas gommé ou de papier que l'on nomme ballons ou aérostats, auxquels ensuite on attache des nacelles destinées à contenir des individus.

Nous avons dit que si on renverse un tube bouché et plein de mercure dans une cuvette contenant aussi de ce même métal, le niveau supérieur s'abaissera jusqu'à ce que le mercure fasse équilibre à la pression de l'atmosphère : ajoutons que la longueur de la colonne ainsi suspendue, conserve une hauteur qui peut varier suivant quelques accidents qui tiennent à l'état habituel de l'air, et qui ne sont pas étrangers aux causes qui déterminent le beau et le mauvais temps (1).

(1) Nous empruntons à tous les livres de physique les données sur lesquelles on peut se baser pour connaître avec plus ou moins d'exactitude le beau ou mauvais temps à venir.

En général, quand le mercure d'un baromètre monte, on peut compter sur du beau temps, et sur le contraire lorsqu'il baisse. La première de ces causes s'explique par l'état de l'air dans le moment où l'élévation du mercure a lieu. L'atmosphère ou l'air chargé de vapeur aqueuse est, comme on sait, beaucoup plus léger que l'air sec ; sa

A ces oscillations près, le niveau du mercure se maintient ordinairement à 76 centimètres, donc la colonne d'air qui lui fait équilibre est égale en pesanteur à celle d'une colonne de mercure de 76 centimètres et de même diamètre.

pesanteur est relative à la densité des deux parties qui le constituent dans ce moment, c'est-à-dire de l'air égal à 1, et de la vapeur d'eau égale à 0,6235. Donc, suivant les proportions du mélange, l'air plus ou moins saturé de vapeur sera pareillement plus ou moins dense ou léger.

Or, l'air pesant, c'est-à-dire l'air sec, celui qui est relatif au beau temps, pesera davantage sur le mercure de la cuvette, et le fera remonter réciproquement dans le tube barométrique, tandis que le contraire aura lieu pour l'air humide.

Les brumes ne constituent souvent pas un changement dans la densité de l'air, ni par conséquent dans le baromètre; elles sont le produit de la condensation des vapeurs suspendues; mais leur épaisseur est limitée, et leur condensation peut être aussi une conséquence de la pesanteur de l'air sec supérieur, leur apparence seule est une preuve de leur séparation de l'air.

Le ménisque qui limite la colonne de mercure dans le sommet du tube, se termine ordinairement par une calotte convexe quand le mercure monte, et par une calotte concave quand il descend. Le défaut d'affinité des parois du tube et du métal est la cause de ce phénomène; aussi on peut déjà prédire, par la seule inspection du sommet de la colonne de mercure, si le baromètre a quelque tension à monter au beau ou à descendre au mauvais.

Quand le mercure baisse par un temps chaud, c'est un signe de pluie.

Presque toujours, en hiver, l'élévation du mercure dans le baromètre correspond à la contraction du même métal dans le thermomètre, c'est-à-dire au froid; quand il descend par un temps de gelée, on doit compter sur l'inverse, c'est-à-dire sur le dégel.

Si, malgré le mauvais temps, le mercure se soutient constamment très-haut, on peut compter sur un beau temps durable.

Les oscillations promptes et successives du mercure soit du côté du beau temps, soit du côté du mauvais, indiquent que ni l'un ni l'autre ne sont durables.

Si, dans le beau temps, le mercure continue toujours à descendre pendant plusieurs jours, on doit craindre de grandes pluies ou de grands vents.

Mais un abaissement très-brusque du mercure indique très-certainement une tempête, un ouragan, de grandes pluies ou du tonnerre.

Si, pendant ou après la pluie, le vent change de direction, et qu'en même temps le baromètre monte, c'est un signe de beau temps.

Si, pendant le beau temps, le baromètre descend en même temps que le vent change de direction, c'est un signe de mauvais temps.

Lorsque, dans les coups de vent, le mercure se tient très-bas, il remonte ordinairement très-vite; on ne pourra espérer de la pluie, après que le mercure se sera maintenu longtemps très-élevé que quand il descendra très-bas.

Dans les temps de pluie, un petit abaissement annonce un redoublement de pluie, et on ne doit pas beaucoup compter sur une élévation brusque du mercure.

Les élévations du mercure qui indiquent le beau temps, doivent aussi correspondre aux vents qui lui sont favorables; l'espèce de ces vents varie suivant les pays. A Tou-

§ 3. DE L'EAU.

Il serait encore assez difficile de faire concevoir aux ouvriers, que l'eau est un corps brûlé. Mais, il est cependant nécessaire qu'ils sachent que l'eau ou l'oxyde d'hydrogène n'est plus un élément pour nous, puisqu'on parvient à la composer et à la décomposer ensuite.

L'eau se compose, en proportion déterminée, d'oxygène et d'hydrogène, deux gaz invisibles, mais pondérables; et si on pèse deux volumes de ces gaz en proportion voulue, qu'on enflamme leur mélange, il en résulte un poids d'eau égal à celui des deux gaz employés. On arrive aux mêmes résultats par la synthèse, c'est-à-dire en décomposant l'eau, donc on peut affirmer que ce liquide n'est plus un élément, comme les anciens le croyaient.

L'eau est un corps composé, liquide, quelquefois solide, d'autres fois aériforme; il est de plus incolore, insipide, inodore et réfrangible comme l'air, c'est-à-dire qu'il fait dévier les rayons lumineux qui le traversent obliquement, suivant certaines lois connues, mais étrangères à notre objet.

L'eau, sous sa forme liquide, est maintenue dans cet état par la seule pression de l'atmosphère, et nous devons croire que, sans elle, ce fluide ne se présenterait pas ainsi à nous, puisqu'à — 20° centigrades à l'état solide, ou de glace, il se vaporise déjà.

Elle est pesante, et la pesanteur d'une colonne d'eau de 10m.40 environ fait équilibre à une colonne de mercure de même base et de 76 centimètres de hauteur, qui, elle-même, est égale à la pesanteur atmosphérique supérieure.

C'est-à-dire qu'une colonne cylindrique d'eau de 10m.40, une colonne de mercure également cylindrique de 76 centimètres, et colonne d'air égale en hauteur à celle de l'atmosphère, sont toutes trois égales en pesanteur, si elles ont le même diamètre.

Car si on remplit d'eau un tube de verre bouché par un des bouts, de même calibre que celui dont nous avons parlé relativement au mercure, mais de plus de 10m.40 de longueur; si ensuite on renverse ce tube, ainsi rempli, dans une cuvette

lon, le nord, nord-ouest, donnent le beau temps; le nord-est, sud-ouest, sud-est, la pluie; à Brest, le nord-est amène le beau temps, le nord-ouest la pluie.

Dans les régions intertropicales, le baromètre varie infiniment peu et très-rarement; mais, lorsque cela arrive, on doit s'attendre à des ouragans, typhons, tornades, etc. Presque toujours le baromètre les indique.

d'eau, la colonne liquide s'affaissera jusqu'à ce que le niveau supérieur soit éloigné de celui de la cuvette d'une hauteur égale à peu près à 10m.40. Le niveau supérieur, correspondant à l'extrémité bouchée du tube, ne participe en rien à la pression de l'atmosphère, tandis que cette dernière agit sur l'eau de la cuvette, et maintient en équilibre la colonne intérieure.

Si une aussi grande longueur n'était pas incommode, un instrument pareil serait un véritable baromètre qui, semblablement à celui de mercure, marquerait les variations de la pesanteur atmosphérique. Toutefois, l'eau étant plus vaporisable dans le vide que le mercure, on devrait aussi tenir compte des différences qui en résulteraient relativement aux vapeurs qui changeraient l'état du vide dans la partie supérieure du tube.

Nous disons donc que, dans l'un et l'autre instrument, si le canal intérieur est égal et calibré au même diamètre, le poids du mercure et de l'eau compris entre les deux niveaux dans chaque tube, sera le même, c'est-à-dire que les 10m.40 d'eau et les 76 centimètres de mercure seront égaux en pesanteur. Or, c'est ce qu'une autre expérience démontre rigoureusement; car si on compare les poids d'un volume de mercure et d'un volume égal d'eau, on trouvera que leur rapport de 14 à 1 est précisément le même que celui de 10m.40 à 76 centimètres, c'est-à-dire 1040 centimètres à 76 centimètres.

On a douté longtemps que l'eau fût compressible ; mais des expériences récentes ont démontré cette propriété : elle l'est, mais infiniment peu.

De plus elle se dilate à mesure que sa température augmente, mais seulement depuis + 4° centigrades environ ; en dessous de ce degré de température, elle se dilate encore au lieu de se contracter : alors elle devient plus légère relativement à son plus grand volume.

C'était donc une grave erreur de supposer que le fond de la mer pût être gelé, puisque, d'après ce que nous venons de dire, l'eau, qui serait plus froide que + 4°, reviendrait évidemment au-dessus du niveau affecté de ce degré de température, et cela en vertu de sa légèreté (1).

(1) Relativement aux températures sous-marines, *Muschenbroek* disait qu'à 234 mètres de profondeur, l'eau de la mer possédait un degré de chaleur égal à celui de l'air atmosphérique. Le capitaine *Ellis* écrivait à *Hales* (vol. 47, *Transactions philosophiques*) que depuis la surface jusqu'à 1,267 mètres de profondeur, l'eau de la mer devenait progressivement plus froide, plus salée, et par conséquent plus pesante ; que, de là à 1,736 mètres 59 centim., elle conservait la même température. Un capi-

Le maximum de densité de l'eau étant aux environs de + 4° centigrades, et ce liquide ne pouvant occuper un volume plus petit, quel que soit le degré de température qu'on lui affecte, c'est à cause de cette propriété qu'il a été pris

taine américain trouva encore d'autres résultats, et MM. *Humboldt* et *Davy* établirent des doctrines qu'ils ne soutinrent plus ensuite, parce que des expériences vinrent en détruire la base.

L'hypothèse de M. *Perron* n'est pas plus rationnelle ; elle ne s'accorde ni avec les expériences de M. *Rumford*, ni avec les lois de la pesanteur spécifique de l'eau, dont le *maximum* de densité est aux environs de + 4° centigrades ; on sait qu'il supposait que le fond de la mer fût entièrement gelé.

L'eau la plus dense étant la plus froide, toutefois jusqu'aux environs de + 4° centigrades, il s'ensuit évidemment, ce que constate d'ailleurs l'expérience, que les couches les plus chaudes de la mer occupent toujours sa superficie ; et quand les causes accidentelles occasionnent un changement quelconque de température dans la profondeur des eaux, il en résulte des courants verticaux, ascendants et descendants, qui tendent incessamment à rétablir l'équilibre. Si donc on emploie des bouteilles ou des vases destinés à se déboucher à une certaine profondeur, par la seule pression de l'eau ou par tout autre moyen mécanique, ces vases, à la profondeur à laquelle ils arriveront, se rempliront bien de l'eau adjacente ; mais ensuite, en remontant, et en vertu de la différence de densité des couches environnantes, conséquence immédiate de leur température propre, ces mêmes vases se rempliront par échange d'une eau plus élevée en température : les thermomètres contenus dans leurs capacités intérieures ne sauraient donc accuser la vérité. C'est en vain qu'on emploierait de ces espèces de seaux métalliques qui portent, à leurs fonds inférieurs et supérieurs, des clapets qui s'ouvrent dans le même sens lorsque l'instrument descend, et se referment pareillement quand il remonte ; l'eau étant infiniment peu compressible, pour se mettre en équilibre avec les couches liquides environnantes saurait bientôt vaincre d'aussi faibles obstacles. *Franklin* et les savants dont nous avons parlé, s'en servaient dans leurs expériences relatives aux températures sous-marines ; aujourd'hui encore les Américains en font usage dans leur navigation thermométrique, surtout pour reconnaître leur entrée dans le *gulf-Stream* ; mais ils en reconnaissent bien l'insuffisance, et lui attribuent même une bonne part des contradictions opposées à ce genre de navigation.

Pour ne pas préjuger sans connaissance de cause, nous avons aussi essayé de saisir quelques lois sur cette espèce de navigation thermométrique ; nous avons eu l'occasion de multiplier nos expériences en assez grande quantité, et dans mille circonstances particulières. Le commandant de la corvette l'*Echo*, M. de *Chateauville* (1826), nous a donné toute la latitude possible à cet égard ; mais les résultats les plus incohérents en ont été la suite, et, sans pouvoir établir une progression quelconque, nous n'avons appris que ce que l'on savait déjà, c'est-à-dire que l'eau de la mer, à sa superficie, était la plus chaude. Nous avons bien observé quelquefois de très-légères variations en approchant des côtes, soit déclives, soit açores ; mais il fallait en être très-près ; d'ailleurs ces résultats se contrariaient souvent, quoique les circonstances fussent semblables.

dans cette circonstance pour servir de terme de comparaison dans notre système des poids et mesures. On a donné la valeur nominale d'un gramme au volume d'eau distillée que peut contenir un centimètre cube ; ce liquide étant pris, comme nous venons de le dire, à son maximum de densité, c'est-à-dire à + 4° centigrades.

En passant de 0° à 100° de température, l'eau se dilate d'un vingt-troisième de son volume primitif. Mais ces deux limites de température de l'eau étant constantes sous la pression de 0m.76, on leur a donné une place fixe dans notre échelle thermométrique centésimale.

Ajoutons qu'à 100° l'eau entre en ébullition, que, dans cet état, et la pression atmosphérique mesurée par une colonne de mercure de 0m.76, étant supposée constante, elle ne saurait acquérir plus de chaleur, quelle que soit la quantité de combustible qu'on emploie pour la chauffer ; que cette pression atmosphérique vaincue, elle se projette en vapeur ; mais cette vapeur n'est pas due à la décomposition de l'eau, elle change seulement de forme, toutefois, en emportant avec elle une plus ou moins grande somme de calorique.

Relativement aux changements de température que l'eau peut acquérir en passant des réservoirs dans les tubes qui lui servent de conduits, on doit avoir égard aux dilatations que ces derniers peuvent acquérir par son contact immédiat. Alors, pour éviter leur rupture, on les fabrique par emboîtage, de distance en distance, de manière à pouvoir glisser, sans pente d'eau, les uns dans les autres. Il serait peut-être convenable de ne pas les lier dans leur longueur, soit par une maçonnerie trop solide, soit par tout autre moyen, afin que les tubes pussent obéir sans difficulté aux mouvements forcés de dilatation et de contraction qu'ils sont à même de supporter.

§ 4. DES COMPENSATEURS.

La figure 1 indique le procédé mis en usage pour obvier aux accidents que nous venons de signaler : A I, et A I sont des garnitures de cuir comprises entre les tubes et leurs collerettes. Les portions de ces garnitures qui se trouvent serrées entre les collerettes sont, il est vrai, susceptibles de l'être plus ou moins par l'effet de la poussée des tubes ou de leur retrait ; mais alors la tranche de cuir qui se trouve en I,I est pressée par le liquide, s'élargit par sa force de pression même, et s'oppose ainsi à l'issue que le liquide pourrait trouver entre les deux collerettes.

On a imaginé beaucoup d'autres moyens de compensation, mais un des plus simples consiste à établir un conduit d'eau par simple emboîture, de manière à ce que ce qu'on appelle le bout mâle n'arrive pas jusqu'au fond de l'emboîture du bout femelle; on coule alors du plomb dans le dernier où on le mate avec du chanvre goudronné. On comprend que dans cet état, s'il y a dilatation ou contraction dans la conduite, il y a assez de jeu dans les assemblages pour rendre ces effets sans conséquence fâcheuse pour cette conduite et pour l'état étanche des assemblages.

On vient aussi de proposer un moyen ingénieux pour établir les compensations. On rapproche les extrémités de deux tuyaux adjacents à une distance de 6 à 7 millimètres l'une de l'autre, puis sur ces deux extrémités on fait chevaucher une bande ou courroie de caoutchouc sulfuré qui recouvre ainsi l'intervalle, et enfin on recouvre le tout d'un anneau en fer qu'on serre avec des boulons. Cet anneau porte à l'intérieur et des deux côtés un rebord pour empêcher le caoutchouc de couler par le serrage.

§ 5. DE L'EAU A L'ÉTAT SOLIDE.

Mais les effets de rupture dont nous venons de parler sont bien minimes en comparaison de ceux qui sont le résultat du changement de volume que l'eau acquiert en passant de l'état liquide à l'état solide ou de glace.

L'eau, à l'état de glace, occupe un volume plus grand d'un quatorzième; c'est pour cette raison qu'elle flotte, et c'est ainsi en vertu de cette quantité que les marins estiment le volume submergé d'un glaçon quatorze fois plus grand que la partie qui émerge et qui est visible (1).

La puissance expansive de l'eau, en se transformant en glace, est capable de vaincre les plus grands obstacles. Nous sommes journellement témoins de la rupture des vases dont nous faisons habituellement usage. Les arbres qui éclatent, les maçonneries en pierre de taille qui se disjoignent, les crevasses de rochers qui s'élargissent, plusieurs autres dégradations lentes, mais progressives, peuvent être attribuées à cette cause, et des physiciens sont parvenus à faire éclater des tubes en fer très-résistants, des bombes même, en les

(1) Lorsqu'une portion des glaçons flottants se trouve exposée au soleil pendant un certain temps, elle se fond ; la stabilité de la masse entière change, et il arrive souvent qu'ils tournent sur eux-mêmes pour reprendre une nouvelle assiette : c'est alors qu'il est dangereux pour les navires de se trouver dans leur voisinage.

soumettant pleins d'eau, et bouchés, à une température de — 10° centigrades.

Mais ces accidents n'auront pas lieu dans les tubes de conduits souterrains, si on a la bonne précaution de les placer assez au-dessous du sol pour leur conserver la température ordinaire des caves, qui, dans nos climats, et pendant les plus rigoureux hivers, se maintient toujours aux environs de + 9° centigrades.

§ 6. DE L'EAU NATURELLE.

Nous avons dit, dans le principe, que l'eau était aussi un corps insipide, incolore et inodore; dans ce cas nous parlions de l'eau pure, telle enfin qu'elle ne se trouve jamais dans la nature.

Souvent l'eau contient en suspens des matières terreuses ou animales (1), qui alors peuvent en être séparées par le moyen du filtre; souvent aussi des acides, des gaz ou des sels qui lui donnent ou des qualités nuisibles ou des qualités minérales que la médecine a su mettre à profit.

On a plusieurs moyens de reconnaître quelles sont les qualités de l'eau relativement au corps qu'elle tient en dissolution, en mêlant avec elle certaines substances chimiques qu'on appelle réactifs. On les nomme ainsi parce qu'ils ont la propriété de dévoiler la présence des corps étrangers qui, en tant que dissous dans l'eau, sont alors inapparents. Ces réactifs sont : le *muriate de baryte* en liqueur, qui annonce la présence du sulfate calcaire en le précipitant sous la forme de flocons blanchâtres qui troublent l'eau ; l'acide oxalique, dont une ou deux gouttes jetées dans l'eau suffisent pour déterminer la précipitation de tous les sels calcaires ; l'eau de

(1) L'eau de la mer, dans quelques régions intertropicales, contient en telle quantité de ces animalcules phosphorescents, qu'au milieu de la nuit la plus obscure, et lorsque le navire marche avec une certaine vitesse, il serait possible de lire à la seule lueur qu'ils produisent.

On connaît cette expérience. Prenez un seau plein d'eau phosphorescente, aucune lueur n'attestera la présence des animalcules si vous n'agitez pas l'eau ; mais remuez-la, vous les verrez briller avec vivacité. Maintenant laissez reposer l'eau, ils disparaîtront de nouveau ; et si ensuite vous excitez leur vitalité ou leur électricité en jetant un peu d'acide dans le vase, vous les reverrez paraître ; en saturant l'eau ils disparaîtront entièrement.

Ils disparaissent encore lorsqu'on fait bouillir cette eau, et c'est en vain qu'après cette opération on chercherait à les faire reparaître par une agitation quelconque ou par tout autre moyen.

chaux, qui sert à reconnaître la présence de l'acide carbonique.

Quant aux matières terreuses ou animales, auxquelles on doit attribuer la couleur et l'odeur dont sont douées certaines eaux, on les sépare assez facilement, soit au moyen des filtres en papier non collé, soit au moyen des vases en pierre poreuse, tels que le grès, qui, en ne fournissant passage qu'à la partie la plus déliée du liquide, arrêtent les substances qu'elle tient en suspens. Le charbon pilé, qu'on place sur ces filtres en couches plus ou moins épaisses, a la propriété de dégager l'eau des substances animales qui la corrompent ou lui donnent une saveur désagréable au goût et à l'odorat; mais alors il doit être renouvelé de temps en temps, en raison du plus ou moins grand degré de pureté de l'eau qu'on soumet à la filtration.

§ 7. DES TUBES DE CONDUITE.

Les tubes qu'on emploie ordinairement pour la conduite des eaux sont en terre cuite, en plomb, en tôle ou en fer coulé zinqués ou bitumés. Les premiers n'étant pas capables de soutenir, sans se crever, de très-grands efforts, on les entoure ordinairement d'une maçonnerie qui rend aussi leur liaison ou leur enveloppe plus résistante; ils sont moins sujets aux effets de la dilatation; mais aussi, en vertu de leur peu de résistance, ils ne sauraient être employés, lorsque le niveau de l'eau étant assez élevé, ce liquide est susceptible d'être arrêté spontanément dans leur canal intérieur. Alors la grande pression qu'ils éprouvent instantanément dans la partie qui avoisine le point d'arrêt, cause leur rupture : de là des réparations fréquentes et coûteuses.

Quant aux tubes de métal, nous avons indiqué déjà quelles sont les précautions à prendre pour éviter les effets de la dilatation; les moyens de raccorder les tubes sont trop connus pour que nous nous permettions d'en grossir inutilement le volume. Quant à leur résistance, nous verrons plus tard qu'elle doit être proportionnée à l'élévation du bassin supérieur, c'est-à-dire que l'épaisseur du métal doit augmenter à mesure que les tubes se prolongent au-dessous du niveau de l'eau qu'ils conduisent.

§ 8. COMPTEURS D'EAU.

On donne le nom de compteurs d'eau à des appareils qui servent à mesurer la quantité de ce liquide qui passe, dans

un temps donné, à travers une conduite. Il importe beaucoup au fontainier-pompier de connaître ces appareils, attendu que dans la distribution des eaux dans les villes ou entre particuliers, il est souvent indispensable de les interposer sur les conduites, afin de faire une réparation équitable ou de ne livrer l'eau qu'en quantité proportionnée au prix qu'on paie pour l'obtenir.

On a inventé, surtout en Angleterre, un grand nombre de compteurs d'eau. Leur description nous entraînerait fort loin, et nous nous contenterons d'en faire connaître quelques-uns qui peuvent servir de types.

1° *Compteur d'eau ou appareil de jauge établi à la gare du chemin de fer de Chartres, par M.* Phillips.

En vertu d'un traité passé entre la direction du chemin de fer de l'Ouest et la ville de Chartres pour la fourniture de l'eau nécessaire à la gare de cette ville, le chemin de fer doit payer l'eau en raison de la quantité fournie, et l'on a dû établir un appareil compteur propre à jauger exactement l'eau livrée par la ville. Celui construit par M. Phillips, ingénieur, et qui a été interposé entre la conduite générale des eaux de la ville et le grand réservoir de la gare, consiste en une cuve qui est pourvue d'une soupape d'admission et d'une soupape de décharge. Ces deux soupapes sont reliées entre elles de telle sorte que l'une s'ouvre en même temps que l'autre se ferme ; leur jeu est déterminé par l'action brusque de contre-poids, qui sont décrochés au moment convenable, par des appendices fixés sur la tige verticale d'un flotteur.

Un premier contre-poids A tient fermée la soupape d'admission et ouverte celle de décharge. Pendant l'admission, ce contre-poids est accroché ou encliqueté ; quand le flotteur arrive vers le haut de la cuve et que celle-ci a reçu un mètre cube d'eau, un taquet fixé sur sa tige décroche le cliquet qui retenait le contre-poids A. L'admission est brusquement interrompue et l'émission commence. Le flotteur descend ; quand il est sorti un mètre cube d'eau de la cuve, un galet placé sur sa tige décroche un second contre-poids B, qui, tombant sur le levier du contre-poids A, relève ce dernier, lequel s'engage dans son cliquet, et, par conséquent, rouvre brusquement l'admission et ferme l'émission. Le flotteur remonte. A une distance convenable avant la partie supérieure de sa course, la tige du flotteur, à l'aide d'un autre galet, relève et remet en place le contre-poids B, qui abandonne

le levier du contre-poids A, et celui-ci reste maintenu par son cliquet; puis, tout-à-fait au haut de sa course, la tringle du flotteur décroche de nouveau le contre-poids A, et la même manœuvre recommence et se continue indéfiniment.

Un compteur à quatre cadrans, mû par la tige de la soupape d'admission, indique le nombre d'excursions du flotteur, et, par conséquent, le nombre de mètres cubes admis et évacués.

Quelques précautions m'ont paru nécessaires dans l'exécution.

Il était important que les soupapes ouvrissent très-promptement de larges orifices pour l'arrivée ou l'évacuation de l'eau, afin d'éviter que celle-ci n'arrivât ou ne sortît trop lentement; c'est un inconvénient des soupapes coniques qui, de plus, quand elles ont un grand diamètre et une charge un peu forte, exigent, pour être soulevées, un effort considérable. Ces inconvénient disparaissent par l'emploi des soupapes à double siége employées dans les grandes machines à vapeur du Cornouailles, et qui, depuis, ont été appliquées aux pompes elles-mêmes. Ce sont ces soupapes qui ont été appliquées à l'appareil jaugeur.

Il fallait que les deux soupapes d'admission et de décharge, qui sont solidaires, fermassent toujours exactement. A cet effet, les leviers qui les commandent, sont reliés entre eux par deux tringles verticales réunies par un tendeur à vis, qui permet de faire en sorte qu'elles s'appliquent toujours exactement sur leurs siéges, et donne en outre le moyen de régler à volonté la course de chacune d'elles.

Lorsque le contre-poids A se relève sous l'action du choc qu'il éprouve de la part du contre-poids B, la soupape d'admission s'ouvre et celle d'émission se ferme brusquement. Pour parer au choc qui aurait lieu entre la soupape et son siége, le levier du contre-poids B vient rencontrer, un peu avant la fin de sa chute, une feuille d'acier faisant ressort, laquelle amortit le choc, en permettant toutefois à ce levier d'arriver au bas de sa course. Cette feuille d'acier est disposée de manière à pouvoir être bandée plus ou moins à l'aide d'un coin qui fait cale; on peut ainsi la régler de manière à amortir sensiblement le choc, et cependant permettre la course entière du contre-poids B. A l'endroit où a lieu le choc entre les leviers des deux contre-poids, celui du contre-poids B est garni d'une planchette de bois tendre.

Au-dessus du niveau le plus élevé de l'eau, vers la partie supérieure de la cuve, celle-ci est munie d'un large orifice destiné à servir de trop plein. Dans le cas où il surviendrait

un dérangement inaperçu dans l'appareil jaugeur, l'eau se rendrait, par le tuyau du trop plein, dans le réservoir principal, au lieu d'inonder le local.

La soupape de décharge étant appliquée sur le fond même de la cuve, celle-ci n'a pas besoin d'un robinet de vidange pour le nettoyage.

Les deux galets et le taquet, placés sur la tige du flotteur, y sont fixés à l'aide de vis de pression qui permettent de faire varier la course du flotteur, et, par conséquent, la quantité d'eau admise ou évacuée à chaque excursion ; c'est par ce moyen que la course a pu être réglée de manière à obtenir juste un mètre cube à chaque excursion.

Le contre-poids A se compose d'une série de poids annulaires que l'on peut augmenter ou diminuer suivant le besoin. Le contre-poids B se compose d'un poids unique, mais qui peut se déplacer sur le levier qui le porte, et qu'on fixe à l'aide d'une vis de pression dans la position que l'on veut.

La cuve est munie d'un tube en verre, indicateur du niveau de l'eau, qui est utile pour les vérifications.

La tige du flotteur est creuse. Cette disposition a permis de guider le flotteur à l'aide d'une tige verticale en fer qui y pénètre et qui est fixée d'une part au fond de la cuve, et de l'autre à une poutre de la maisonnette qui contient l'appareil. Une autre tige verticale, placée le long de la paroi intérieure de la cuve, sert aussi de guide au flotteur pour l'empêcher de tourner sur lui-même.

Il y a deux appareils semblables qui fonctionnent ensemble ou séparément, et dont un seul suffit au besoin du service.

En raison de la quantité d'eau débitée par la conduite de la ville, chaque cuve, fonctionnant seule, emploie de 15 à 17 minutes pour admettre un mètre cube d'eau. Deux minutes suffisent pour l'évacuer. Quand les deux cuves sont ensemble en activité, l'eau qui y arrive se divise entre elles, et la dépense augmente très-peu.

Cet appareil jaugeur fonctionne depuis quinze jours et mesure de 60 à 80 mètres cubes pau jour.

La manœuvre d'encliquetage et de décliquetage, opérée par l'intermédiaire des flotteurs, se fait avec la plus grande régularité et sans jamais manquer. Les soupapes tiennent parfaitement l'eau.

2° *Compteur d'eau, par M.* Ericsson.

M. Ericsson, ingénieur distingué aux Etats-Unis, a inventé un mesureur d'eau, fort employé à New-York et dont l'exactitude a été parfaitement établie par les nombreuses expé-

riences auxquelles il a été soumis par les directeurs de l'aqueduc célèbre de Croton pour mesurer la quantité d'eau consommée par les principaux établissements manufacturiers, s'assurer des pertes qu'on fait à la distribution, et les prix qu'il convient de vendre ce liquide.

Ce mesureur fonctionne au sein même du milieu qu'il est destiné à mesurer, ce qui évite bien des difficultés pratiques relativement aux assemblages étanches, aux graissages, aux garnitures, aux efforts à faire sur les pièces mobiles, etc. Le mesurage s'opère à l'aide de deux pistons pleins ou plongeurs à double effet, reliés entre eux par des manivelles placées à angle droit l'une par rapport à l'autre. Le caractère le plus important de leur manœuvre consiste à arrêter le mouvement des pistons avant que les manivelles aient atteint la limite de leur excursion en haut et en bas, ce qui a lieu au moyen d'arrêts qui opèrent directement sur ces pistons.

La figure 181 est une coupe en élévation de ce mesureur.

La figure 182 est un plan où l'on a enlevé l'enveloppe ou couvercle.

L'eau est introduite sur les deux faces des pistons *a*, *a* au moyen d'un tiroir *b*, absolument semblable à celui des machines à vapeur, les lumières de sortie *c* se réunissant pour former un conduit d'évacuation de l'eau. Les mortaises ovales dans les tiges des pistons sont un peu plus grandes que le diamètre des boutons de manivelles, afin que ceux-ci puissent se mouvoir dans un arc de 20 degrés pendant que les pistons restent immobiles. L'avantage qu'il y a à renverser la position des tiroirs pendant que les pistons restent immobiles, est facile à comprendre pour les praticiens, et celui qui résulte de la manœuvre de ces pistons entre des arrêts définis est évident, l'usure des boutons de manivelles, celle des tourillons, etc., n'ayant aucun effet sur l'exactitude du mesurage.

Une chose digne de remarque, c'est que le mesureur fonctionnant au sein même du liquide à mesurer, et son travail consistant tout simplement en un refoulement, il s'établit à fort peu près un équilibre de pression, qui s'oppose au frottement et à l'usure des pièces mobiles.

La simplicité et la solidité de tout le mécanisme sont évidentes. Il y a différents modèles de mesureurs fabriqués par les usines de Croton avec pistons de 0m,125, de 0m,175 et de 0m,525 de diamètre. La quantité d'eau mesurée est respectivement 2 litres, 10 litres et 120 litres pour chaque tour de manivelle, l'excursion totale de cette manivelle étant à peu près un quart du diamètre du piston. Il en résulte que

la vitesse étant d'environ 12 tours par minute, chacun de ces numéros mesure les quantités suivantes : celui de 0m,125 34,560 litres; celui de 0m,175, 172,800 litres, et pour celui de 0m,525, 2,073,000 litres d'eau par vingt-quatre heures. Il y a un compteur attaché à chaque mesureur, qu'on peut n'ouvrir qu'une fois par an, et qui indique la quantité d'eau qui a passé pendant un temps quelconque.

3° *Compteur d'eau à levier, par M.* R. Blackwood.

Ce mesureur d'eau représenté en élévation vue par devant dans la figure 183, et dans la figure 184 en coupe verticale par le milieu de sa boîte et de la roue, la partie inférieure de celle-ci étant enlevée pour laisser apercevoir quelques détails, a pour organe principal une roue A faite en tôle légère de cuivre et divisée en dix compartiments ouverts ou augets B qui servent à mesurer l'eau. Cette roue est renfermée dans une caisse en fer C et tourne sur son arbre D dans des coussinets en cuivre, l'un fixé sur une des parois internes de la caisse et l'autre mobile E sur la paroi opposée, pouvant s'élever et s'abaisser dans un coulisseau en laiton F, attaché à une bielle G articulée par le bas à un levier H portant à son autre extrémité un contre-poids K ajusté exactement sur le poids de l'eau que peut contenir un auget. Sur la périphérie de la roue et dans chaque division il existe un taquet en laiton J disposé pour venir à son tour s'arrêter sur un butoir L que porte le bord de la caisse.

L'eau que l'on veut mesurer arrive par le tuyau M placé au sommet, et celle mesurée s'écoule par un tuyau placé sur un des côtés de la caisse. Lorsque cette eau arrive par le tuyau M, l'auget le plus élevé se remplit de ce liquide, et lorsque le poids de l'eau ainsi accumulée surmonte l'inertie du contre-poids K sur le levier H, elle force la roue de descendre légèrement dans une direction verticale. Ce mouvement dégage le taquet J qui pressait dans ce moment sur le butoir L, et le poids de l'eau dans cet auget rempli et dans ceux partiellement pleins sur le devant de la roue contraint celle-ci à tourner. Cette révolution partielle vide les augets inférieurs, et allége la roue qui alors se relève jusqu'à son premier niveau, instant auquel le taquet suivant vient frapper et s'arrêter sur le butoir L, pour maintenir la roue immobile jusqu'à ce que le nouvel auget soit rempli à son tour, que l'action du contre-poids se répète, puis relève la roue après le déchargement de chaque auget.

La roue exécute donc une suite de mouvements de descente, de révolution, d'ascension, et, comme elle ne tourne

qu'à des intervalles donnés et d'une quantité égale à chaque décharge, on profite de ces mouvements de rotation pour compter et enregistrer la quantité d'eau qui la traverse.

Cette roue est immergée dans l'eau presque jusqu'au centre, et le butoir L est pourvu d'un ressort à boudin pour amortir les chocs lorsqu'elle tourne. Une vis sans fin N fixée sur son arbre et qui perce la paroi de la caisse fait marcher une roue dentée O plantée sur une tige verticale P, et communique ainsi le mouvement à une série de roues à cadran ou à un compteur Q disposé pour enregistrer la quantité d'eau écoulée depuis 4,500 jusqu'à 45,000,000 de litres.

Ce mesureur paraît très-propre aux manufactures, aux grands établissements, aux stations de chemin de fer, etc., où l'on consomme des quantités d'eau considérables, puisqu'on peut l'établir sous des dimensions quelconques, sans qu'il puisse couler d'eau dont le passage ne serait pas indiqué.

Un point important dans ce mesureur, c'est l'absence totale de soupapes, de flotteurs, de boîtes à étoupes, et de surfaces frottantes, de façon que les eaux sales ou la présence de matières étrangères ne peuvent en aucune façon altérer l'exactitude de ses indications.

Le mesureur sur lequel les figures ont été relevées a $0^m.75$ de longueur sur $0^m.40$ de largeur et $0^m.90$ de hauteur. Il y passe 225,000 litres d'eau en vingt-quatre heures. Son prix est modéré, et sa simplicité le met à l'abri des réparations fréquentes.

4° *Compteur d'eau, par M.* Parkinson.

Il y a deux espèces de compteurs d'eau, comme il y a deux genres de compteurs à gaz; dans l'une d'elles l'appareil mesureur tourne par l'effet de la pression due à la position élevée de la source alimentaire, et dans l'autre c'est par l'action de la gravité ou du poids de l'eau, ou, en d'autres termes, l'une tourne par l'effet de la pression, et l'autre sans pression. Peut-être le premier compteur d'eau qu'on a construit ressemble-t-il à une machine à vapeur avec cylindre, piston, manivelle, etc. Cette espèce de compteur fonctionne à l'aide de la pression, et l'eau s'élève au-dessus de l'appareil à une élévation qui diffère peu de celle de laquelle elle part, et dont la différence est due aux frottements dans l'appareil. Le compteur, mu par le poids ou la gravité de l'eau, ne permet pas à ce liquide de s'élever au-dessus du point de décharge; il est donc indispensable que cet appareil soit placé au-dessus du point le plus élevé, où l'écoulement et la décharge du liquide

doivent s'effectuer, et si c'est dans la chambre la plus haute d'une maison, le compteur doit être placé un peu au-dessus, et alors toutes les chambres au-dessous seront aisément alimentées par la gravité de l'eau.

On a essayé une foule de combinaisons dans chacun de ces systèmes. C'est ainsi que sur le principe de la haute pression on a, indépendamment du cylindre, essayé divers modes de rotation, et sur le principe de la gravité, différentes roues à augets, des vases à flotteurs, dont l'élévation ou l'abaissement renversait le jeu des soupapes ou des robinets pour l'introduction ou l'écoulement de l'eau. Les principales objections au principe de la haute pression, sont les difficultés qu'on éprouve pour rendre les appareils parfaitement étanches, pour leur imprimer un mouvement doux et facile, pour les établir d'une manière économique, et enfin pour les rendre susceptibles de supporter les variations dans la pression et la vitesse auxquelles ils peuvent être exposés. Un autre obstacle est l'élasticité à peu près nulle de l'eau qui s'oppose à la marche uniforme et régulière, en entravant le jeu de l'appareil lorsque les soupapes ou les clapets se ferment ou s'ouvrent le moins du monde en avance. La principale objection qu'on peut élever contre le principe de la gravité, est la difficulté d'imaginer un flotteur qui ouvre les soupapes ou les clapets au moment rigoureusement convenable pour obtenir une mesure définie et précise de l'eau.

En examinant et étudiant attentivement ces divers plans, je n'en ai trouvé aucun qui fût aussi propre au service que l'appareil dont je vais donner la description. Son modèle est presque aussi simple que peut l'être une meule de moulin, et *il* tourne avec le moindre poids possible de l'eau.

La vitesse y est maintenue à un taux aussi uniforme que cela peut être au moyen d'une soupape régulatrice, et il laisse écouler les quantités indiquées sur les repaires ou les cadrans avec une pression d'eau qui peut varier de $0^{m}.60$ à 120^{m}.

La figure 185 est une section par un plan vertical de droite à gauche de la soupape régulatrice.

La figure 186, une section du tambour intérieur.

La figure 187, une section par un plan d'avant en arrière du compteur.

A est la soupape d'introduction dans le tuyau de prise d'eau, soupape qui s'ouvre à l'aide du robinet à flotteur B, lorsque l'eau s'abaisse dans la petite citerne C, qui la fournit pour les usages domestiques au haut du bâtiment. D est la soupape régulatrice pour maintenir un niveau constant de l'eau dans le compteur : cette soupape s'ouvre par le moyen

du flotteur E, et est pourvue sur sa tige d'un piston F de même aire qu'elle, destiné à y contrebalancer la charge d'eau, de manière à ce qu'elle ne soit pas affectée par la pression dans le tube de prise d'eau, et puisse s'ouvrir ou se fermer aisément sous l'action du flotteur E, quelque considérable que soit cette pression. Les plaques de garde G amortissent la force de l'eau qui passe à travers la soupape et empêchent que ce liquide ne soit agité dans le compteur.

Le tambour H est semblable à celui d'un compteur à gaz à quatre compartiments, et formé par la divergence de plaques qui chevauchent l'une sur l'autre à peu près moitié de la circonférence du tambour, et chacun de ces compartiments s'ouvre dans un espace extérieur I du tambour où l'eau est versée, et duquel cette eau entre successivement dans chaque compartiment. L'eau s'échappe de l'autre côté du tambour dans l'auge K, et en traversant ce tambour elle le fait tourner, de façon que la position oblique des divisions éloigne l'ouverture d'évacuation de chaque compartiment à peu près d'une demi-révolution de son ouverture d'introduction. Le tambour tourne librement dans l'auge K, et l'eau le traverse avec une très-légère résistance, s'enregistrant elle-même par la révolution du tambour à mesure qu'elle le traverse, puis s'écoulant sur le coté de l'auge K pour passer dans la citerne alimentaire C. L'arbre du tambour fait mouvoir un engrenage par le moyen de la vis sans fin L, comme un compteur à gaz, pour enregistrer le nombre des litres ou des pieds cubes sur un cadran. L'auge K est suspendue à une lunette M, avec vis d'ajustement N au sommet, à l'aide de laquelle on peut l'élever ou l'abaisser pour ajuster exactement l'appareil, attendu que la quantité d'eau que le tambour mesure à chaque révolution dépend de la profondeur de son immersion dans l'auge, et que plus il plonge, plus il exige d'eau pour la faire tourner, et réciproquement.

La vitesse du compteur doit être maintenue assez uniforme, parce que les conditions que présentent l'auge K varient un peu quand on lui fournit plus ou moins de liquide; mais la variation est peu sensible, parce que l'eau se répand sur toute la surface de l'auge, que l'appareil est établi pour mesurer correctement l'eau quand il marche avec une vitesse moyenne, et que l'augmentation dans le débit est toujours de 1 pour 100 et en faveur du consommateur.

D'après les expériences faites par M. Clift, cet appareil mesure les liquides avec beaucoup de précision, même de petites quantités.

5° *Compteur d'eau, de* Kennedy.

La ville de Glasgow, qui a été chercher l'eau dont elle a besoin pour son service intérieur, à une distance de plus de 43 kilomètres, et avec une dépense de près de 25 millions de francs, a senti aussi la nécessité de ménager ce liquide et de ne le distribuer qu'avec économie aux établissements et aux particuliers. En conséquence elle a adopté pour cette distribution un compteur d'eau à cylindre et à piston, inventé par M. Th. Kennedy, dont nous allons donner ici la description.

Fig. 188, élévation vue par devant du compteur.

Fig. 189, vue en élévation et de côté après avoir enlevé l'enveloppe pour laisser voir le mécanisme intérieur avec le cylindre mesureur, partie en section verticale.

Fig. 190, élévation vue par devant de la partie supérieure de l'appareil, mais où l'on a enlevé le mécanisme compteur et la plaque de fermeture pour laisser voir l'appareil qui manœuvre la soupape et le robinet.

Fig. 191, plan de l'appareil où l'on a enlevé la partie supérieure de l'enveloppe.

Fig. 192 et 193, sections verticales et horizontales faites par les passages d'eau et le robinet.

Le cylindre principal A, A, au travers duquel passe l'eau, est établi verticalement sur une base convenable. Son extrémité supérieure est fermée par une plaque, dans laquelle est insérée la boîte à étoupes de la tige B du piston C, qui, de l'intérieur du cylindre, pénètre dans l'appareil compteur. L'extrémité supérieure de cette tige porte une crémaillère D qui commande un pignon E, dont l'arbre tourne sur des appuis ménagés dans un étrier F, F. Cette crémaillère est maintenue en prise avec le pignon par un petit galet que porte l'étrier, et entre lequel, ainsi qu'entre le pignon, elle monte et descend. L'arbre du pignon E est dans la même ligne que l'axe d'un robinet à quatre voies, dont la clef G porte un couple de bras coudés H, H, disposés pour que la détente à poids I tombe dessus dans l'une ou l'autre direction.

L'eau arrive à l'appareil compteur par le tuyau J, qui est en rapport avec le boisseau du robinet à quatre voies G, par deux voies duquel K et L cette eau descend dans les parties inférieure et supérieure du cylindre A, A respectivement, le passage K étant courbe sur une de ses arêtes pour mieux démasquer le passage d'introduction J. Le quatrième passage M opposé au tuyau d'introduction sert à la décharge.

Dans la figure 189, le piston C est supposé en état d'ascen-

sion; l'eau arrive par dessous, tandis que celle placée au-dessus s'écoule. A mesure que ce piston monte, il relève la crémaillère D, fait par suite tourner le pignon E, et contraint enfin un mentonnet N, fixé sur le plat de ce pignon, à relever le levier d'encliquetage I. Ce levier est enfilé librement sur l'arbre du pignon, et lorsque le piston a atteint le sommet du cylindre, il a été ramené à sa position verticale de laquelle il tombe tout-à-coup de l'autre côté. Dans cette chute, ce levier à poids frappe sur l'un des bras courbes H, H de la clef G du robinet, et en faisant changer celui-ci de position, il force l'eau, qui était sous le piston, à s'échapper par le passage de décharge M, tandis que de nouvelle eau pénétrant au-dessus du piston le contraint à descendre. La descente du piston fait tourner le pignon E en sens contraire, et relever le levier de détente I pour le rejeter finalement de l'autre côté, et faire une seconde fois changer de position à la clef du robinet.

Le mécanisme continue ainsi à fonctionner, et le robinet tourne de l'étendue voulue chaque fois que le piston atteint le terme de sa course, soit en haut, soit en bas.

Les indications numériques de l'eau qui passe au travers du compteur sont empruntées à l'arbre du pignon E. A cet effet, on a calé sur cet arbre une petite roue d'angle O qui commande deux autres roues semblables montées sur un autre arbre horizontal P. Les roues d'angle de cet arbre P sont pourvues de petites roues à rochet disposées pour que l'arbre tourne constamment dans une seule direction, que la roue de commande O tourne, soit dans un sens, soit dans un autre. Cet arbre P porte de plus une vis sans fin en prise avec la première roue d'un engrenage compteur, qui fait mouvoir les aiguilles des cadrans Q indiquant les dizaines, centaines, mille ou de plus grands nombres de litres.

Le piston C est en bois, afin de pouvoir flotter sur l'eau, et il est garni de collets en métal R, R en haut et en bas. Il est rendu étanche dans le cylindre à l'aide d'un bourrelet S en caoutchouc, qui roule sur sa surface convexe et sur celle concave du cylindre à mesure que le piston monte et descend, celui-ci ayant une longueur suffisante pour permettre ce roulement, qui paraît atténuer les effets du frottement.

Lorsque ce piston est arrivé au bas du cylindre, il repose sur un rebord T recouvert d'une rondelle de caoutchouc pour constituer une fermeture étanche qui s'oppose au passage de l'eau au-delà du piston lorsque celui-ci repose dessus. Une rondelle semblable en caoutchouc U est adaptée sur le couvercle supérieur du cylindre pour former une autre fer-

meture aussi étanche lorsque le piston est dans la partie supérieure du cylindre.

Il est évident, selon l'inventeur, que la course du piston dans ce compteur détermine avec le plus haut degré possible de précision l'eau qui passe dans le cylindre pour se rendre du tuyau principal de distribution dans le réservoir du consommateur. Avec quelque rapidité que cette eau coule, ces indications sont invariablement exactes, et si le piston manœuvre plus ou moins vite et s'éloigne de sa marche normale, ces déviations de la marche sont mesurées par l'appareil indicateur. Quelle que soit la pression sous laquelle l'eau arrive dans le cylindre mesureur, elle est transmise sans altération dans le tuyau de service, caractère de la plus haute importance, puisque le consommateur devrait toujours avoir la faculté d'opérer sa distribution au niveau le plus élevé auquel peut atteindre la pression de la colonne d'eau qui part du réservoir principal, et cela indépendamment de toute interposition d'un appareil de mesurage.

M. Brunel, dans les mains duquel on a remis, il y a quelque temps, ce compteur pour le soumettre à quelques expériences pratiques, a proposé d'en faire une application aussi neuve qu'intéressante, c'est de l'appliquer aux chaudières à vapeur pour la navigation maritime, et il en a même fait disposer vingt d'entre eux pour l'énorme bâtiment à hélices et à roues à aubes qui se construit actuellement sous sa direction dans les chantiers de MM. Scott Russell. Le but de M. Brunel est, en disposant un compteur sur le tuyau qui apporte l'eau d'alimentation à chaque chaudière, de s'assurer, d'une manière qui paraît ne devoir rien laisser à désirer, du travail réel de chaque chaudière en particulier dans la série dont est pourvu le bâtiment. Dans cette circonstance, chacune de ces chaudières devra naturellement accomplir sa tâche dans le travail général, puisqu'on a remarqué assez souvent que le pouvoir évaporatoire d'une chaudière diffère notablement de celle voisine du même modèle. Dans la pratique ordinaire, on ne parvient pas toujours à remédier à ce défaut, mais avec un compteur qui signale à chaque instant la consommation d'eau, et par conséquent la production de vapeur de chaque chaudière, la chose devient parfaitement facile, et les chaudières en défaut peuvent être aussitôt mises en état de fournir leur quote-part du travail général. Le compteur d'eau est ainsi transformé en un indicateur de chaudière, et remplit pour les chaudières les mêmes fonctions que l'indicateur M. M'naught pour les machines à vapeur.

Nous n'avons pas vu fonctionner le compteur d'eau de

M. Kennedy, et son introduction dans le service des eaux ou des machines à vapeur est encore trop nouvelle pour qu'on puisse être bien fixé sur ses avantages et ses inconvénients, mais on remarque quelques dispositions dans sa construction qui pourraient bien entraver quelquefois sa marche. Nous en signalerons deux ou trois qui se présentent à l'esprit.

D'abord il n'est pas exact de dire que la pression tout entière de la colonne d'eau se transmet à la distribution, puisque le frottement du cylindre dans le piston et celui de l'eau dans les passages étroits et tortueux qu'on lui fait parcourir doivent nécessairement dépenser une partie de cette pression ; mais admettons que l'assertion soit exacte, n'est-il pas évident que le bourrelet de caoutchouc introduit entre le cylindre et le piston, et qui est libre dans sa marche, ne peut rouler pendant longtemps d'une manière parfaitement égale, et que ce bourrelet, qui est libre, devra, par des causes qu'on imagine facilement, se tordre en peu de temps, et par conséquent donner lieu à un frottement plus considérable dans certains points, et à des fuites dans d'autres. Il faut donc, si l'on veut que les indications du compteur restent exactes, surveiller attentivement ce bourrelet et le changer fréquemment, ce qui est une cause de chômages et de dépenses. D'ailleurs l'introduction d'une pièce libre, élastique et mobile, dans un instrument de précision, n'est pas admissible.

En second lieu, le levier de détente ou d'encliquetage armé d'un poids qui tombe à chaque changement de direction du cylindre compteur sur les leviers du robinet, n'est pas non plus une disposition mécanique heureuse pour un compteur, dont elle ébranle à chaque instant les pièces et compromet le mécanisme. On pourrait croire qu'il serait possible de substituer à cette chute un mouvement doux de pression, mais la chose n'a probablement pas semblé possible à l'inventeur, et il a adopté l'encliquetage à poids pour détacher la clef du robinet qui doit souvent gripper dans son boisseau.

Ce robinet, en effet, est aussi une pièce mal choisie pour le passage de l'eau, et qui peut être trouble, calcaire, chargée de diverses matières salines qui doivent l'incruster assez promptement si l'on n'a pas soin de le nettoyer très-souvent, et de le maintenir constamment bien graissé.

En somme, ce compteur, quoique basé sur des dispositions ingénieuses, nous paraît un appareil assez compliqué, délicat, exposé à se déranger et ne remplissant pas encore toutes les conditions d'un bon appareil pratique.

6° *Compteur d'eau équilibré et tournant, de M.* C.-W. Siemens.

L'appareil dont nous allons donner la description est un compteur d'eau capable de mesurer, par heure, plus de 36 hectolitres, ou, au besoin, toute l'eau nécessaire pour le condenseur d'une machine à vapeur de la force de six chevaux : il a été inventé par M. C.-W. Siemens.

Ce compteur est du genre de ceux dits *tournants*, et a été inventé dans le but d'enregistrer, au moyen des plus simples détails, la quantité d'eau qui s'écoule par un tuyau, avec la même exactitude sous toutes les pressions et sans entraver en quoi que ce soit l'écoulement continu du liquide dans la conduite.

La figure 191 est une vue en élévation sur la longueur de ce mesureur, qui peut avoir 18 à 20 centimètres de longueur sur 11 à 12 de hauteur ; dans cette vue, on a enlevé une portion du cadran indicateur, afin qu'on puisse voir les détails intérieurs.

La figure 192 est une section longitudinale correspondante, où l'on aperçoit l'appareil rotatif de mesure et l'engrenage indicateur ou compteur.

L'appareil tout entier est contenu dans une enveloppe cylindrique A, portant à chacune de ses extrémités un collet B, B pour le boulonner sur le tuyau de conduite des eaux et dans une petite boîte cylindrique C, vissée sur la partie supérieure pour contenir l'engrenage indicateur. Cette enveloppe creuse est percée de part en part suivant sa longueur, mais avec trois étranglements annulaires alésés bien exactement pour servir de siéges à une garniture intérieure en laiton tirée au banc et bien calibrée D, D, destinée à livrer passage au liquide par une aire de section parfaitement uniforme dans toute son étendue. Dans le passage pour l'eau sont placés deux tambours creux en métal E, portés sur des broches F, F disposées dans la ligne de l'axe même de l'enveloppe. Ces broches, à leur extrémité extérieure, sont portées sur des coussinets ou appuis G, disposés au centre de pièces coniques et fixes H, dont l'une est vue en coupe. Quant aux tourillons opposés, c'est-à-dire ceux aux extrémités internes des broches, ils roulent dans un pont central unique qu'on voit à la hauteur de la nervure I de l'enveloppe. Chacune des moitiés longitudinales du mesureur, à partir de cette ligne centrale, présente une structure exactement semblable à celle de l'autre.

Les cônes H sont terminés chacun par un prolongement cylindrique s'étendant jusqu'à chacune des extrémités de

l'enveloppe où ils sont fixés concentriquement à l'axe de cette enveloppe par des clavettes transversales J, dans des anneaux minces logés dans des retraites ménagées à ces extrémités, tandis que les cônes eux-mêmes sont maintenus fermement en place par quatre lames minces K dans la direction des plans diamétraux et ajustés très-exactement sur la garniture en laiton. La face antérieure de ces cônes est concave, et celle postérieure et convexe des tambours E s'avance légèrement dans la concavité des cônes, ainsi qu'on le voit sur le côté droit de la figure 192.

Ces tambours E sont les organes moteurs de l'appareil, et, à cet effet, ils sont pourvus sur leur surface convexe de lames en hélice ou d'ailes gauches L disposées sur chaque tambour respectivement dans une direction inverse, c'est-à-dire comme des pas de vis tournant à gauche et des pas de vis tournant à droite.

Le mouvement des broches des tambours est communiqué à des pignons M, un sur l'extrémité de chaque broche, qui commandent deux roues dentées en couronne N, de façon que les deux tambours sont forcés de tourner avec la même vitesse, mais en sens contraire.

La couronne inférieure est libre ou folle sur son bout d'arbre qui repose dans une cavité au centre du pont ; elle ne sert qu'à lier entre eux les deux pignons M par leur surface inférieure, tandis que la couronne supérieure est fixée sur l'extrémité d'un arbre O prolongé en contre-bas et roulant aussi sur le pont, arbre qui passe à travers un trou percé dans l'enveloppe pour mettre en mouvement le compteur placé au-dessus. Le but spécial de l'application de la contre-couronne inférieure est de neutraliser la pression latérale sur les pivots et les coussinets des tambours, dans la transmission du mouvement de l'un de ces tambours à l'autre, et de réduire le frottement le plus possible, le poids total de chaque tambour étant calculé pour être exactement égal à celui du volume de liquide qu'il déplace.

L'eau entre dans le mesureur par une de ses extrémités, ainsi que l'indique la double flèche de la figure 192, et passe d'abord par une grille peu serrée P destinée à retenir les morceaux de bois, les matières d'un certain volume, mais à permettre à l'eau, avec ses impuretés, de couler au travers. Après avoir franchi cette grille, ce liquide est ramené vers l'axe de l'appareil par la première surface conique intérieure Q, qui fait partie d'une pièce composée de deux cônes opposés base à base et insérée à l'intérieur de la garniture D; de là il est ramené vers la circonférence par la seconde surface

conique R opposée à la première, en s'étalant uniformément sur la portion conique la plus déclive à l'extérieur des pièces H. Le but qu'on se propose en imprimant cette direction au liquide, est de prévenir les courants partiels qui autrement troubleraient le mouvement des tambours en travail, et comme l'eau, en traversant les tuyaux de conduite, prend parfois un mouvement de rotation, le bloc conique H est armé de lames rayonnantes K qui dirigent le liquide suivant une ligne parallèle à l'axe avant qu'il atteigne le tambour adjacent.

Le courant ainsi distribué et dirigé uniformément rencontre alors les lames ou aubes en hélice, courant à droite du premier tambour E, qui tourne ainsi sous son influence ; l'eau en même temps acquiert une déviation ou inflexion, par suite, d'une part, de la résistance du tambour au mouvement de rotation, et de l'autre, du frottement du liquide même sur la surface du tambour tournant.

La quantité de cette déviation ou ce glissement de l'eau varie avec la vitesse du courant et affecterait évidemment l'exactitude de la mesure, si elle n'avait pas pour correctif l'influence en sens inverse du second tambour ou celui en vis à gauche. Les lames de ce tambour ont, en effet, même hauteur de pas que celles du tambour de gauche, et, à mesure qu'elles tournent, elles rencontrent l'eau sous un angle d'autant plus grand, par rapport à celui sous lequel elle arrive sur le premier tambour, que ce liquide a éprouvé une plus grande déviation angulaire. Cette eau tend donc à chasser le seond tambour plus vite que le premier, et le liquide éprouve ainsi deux fois la même déviation, mais en sens inverse. La combinaison de ces deux tambours constitue, par conséquent, une puissante machine à pression d'eau sur laquelle le léger frottement de l'appareil n'exerce pas d'action retardatrice appréciable. Néanmoins, le frottement de l'eau sur la surface du tambour augmente en raison de sa vitesse, et il en résulte que les tambours combinés se meuvent, dans toutes les circonstances, dans un rapport exact avec la vitesse du courant.

Les bords des lames ou aubes en hélice des tambours ne fonctionnent pas en contact absolu avec la surface interne de la garniture D, mais l'eau ne peut guère passer à travers l'espace qui constitue le jeu de ces aubes sans leur donner une impulsion, en raison d'une légère contraction du passage entre les deux tambours.

Après avoir passé à travers les deux tambours, l'eau, qui a repris sa première direction, se rend dans le tuyau qui

sert à sa distribution et qui est boulonné sur l'autre extrémité de l'enveloppe.

Le compteur ou appareil indicateur présente aussi quelques caractères particuliers en ce qui concerne la simplicité des détails et l'absence de boîtes à étoupe sur l'arbre O qui sert à lui transmettre le mouvement des tambours. Ce compteur est contenu tout entier dans une boîte cylindrique en laiton C, recouverte dans le haut par une plaque épaisse de verre S, que presse fortement une embase et par dessous une bague filetée sur sa surface convexe. Une plaque épaisse de laiton T, qui sert à séparer le compteur du mesureur, est percée à son centre d'un trou pour le passage de l'arbre vertical O. Une vis sans fin U, calée sur cet arbre, imprime le mouvement à la roue V dont l'arbre horizontal est aussi taillé en forme de vis sans fin W, qui conduit une roue horizontale X; l'arbre de cette dernière porte un long pignon Y qui mène les deux roues dentées horizontales Z, dont la première a 101 dents et la seconde 100.

La roue de 101 dents tourne librement sur son arbre, mais entraîne avec elle un cadran *a* divisé sur sa circonférence en 100 parties. La roue inférieure de 100 dents est fixe sur le même arbre que la première et porte une aiguille qui tourne sur le cadran et marque les divisions qu'il porte; un index fixe *b* pointe aussi les mêmes divisions de la graduation. Le système des engrenages est ajusté de manière telle qu'il doit passer 10 gallons (45 lit.43) d'eau à travers le mesureur pour mouvoir le cadran sous l'index fixe d'une seule division. Une révolution entière du cadran indique donc le passage de 1000 galons (4543 lit.3) d'eau, pour lesquels l'aiguille différentielle mobile ne franchit qu'une seule division sur le cadran. Une révolution entière de cette aiguille indique par conséquent le passage de 100,000 gallons. La lecture d'un semblable cadran est extrêmement simple : si on suppose que l'index fixe soit pointé sur le chiffre 47 et l'aiguile du cadran sur celui 89, cela indiquera que 89,470 gallons (406,600 lit.) d'eau ont traversé le mesureur depuis l'époque qu'on a fixée.

La chambre entière du compteur est remplie de naphte minéral purifié ou d'un autre liquide non corrosif qui ne communique avec le liquide impur passant à travers le mesureur que par le moyen de l'espace capillaire autour de l'arbre vertical O, et ne se mélange pas avec lui, quoique les deux liquides soient sous la même pression.

Les mesures pratiques prises avec cet appareil se sont si exactement accordées avec les calculs dans lesquels on a tenu compte du frottement de l'eau sur les surfaces, que M. Sie-

mens pense qu'un soin particulier n'est pas nécessaire. Tout, cependant, dépend de la construction *parfaite* des hélices sur les tambours, si on veut être certain que les résultats soient uniformes, mais toute difficulté à cet égard a été tranchée, en coulant les tambours dans des moules en métal, et se servant d'une composition qui ne prend pas de retrait en refroidissant, et est susceptible de reproduire les formes les plus délicates avec une grande exactitude.

Les seules parties du compteur qu'on puisse croire exposées à l'usure, sont les pivots des tambours tournants; or, ces pivots sont faits en acier trempé, et roulent sur des plans d'agate; d'ailleurs, si on considère que ces pivots et ces appuis ne supportent presque aucune pression, que l'eau se fait à elle-même et aux tambours équilibre de toute part, que le fluide glisse sur la surface de ces tambours, on concevra aisément que ces pivots pourront durer bien des années sans exiger de réparations ou de surveillance.

Un avantage pratique important de cette forme de mesureur d'eau, c'est qu'il est compacte, et qu'on peut l'ajuster avec facilité sur une conduite sous le pavé des rues ou bien à une certaine élévation, ou dans une direction quelconque. Les pièces qui fonctionnent sont toutes placées à l'intérieur et inaccessibles, à moins qu'on ne brise ou ne dessoude les extrémités, de manière qu'on peut confier l'instrument au soin d'un ouvrier ordinaire.

Indépendamment de ses applications aux conduites et aux distributions d'eau, on peut s'en servir utilement pour enregistrer l'eau fournie aux chaudières des machines à vapeur ou autres, afin de reconnaître la marche de l'évaporation, et d'obtenir ainsi une appréciation correcte d'un côté de la valeur du combustible, et de l'autre de la capacité de la chaudière et du foyer pour produire de la vapeur.

7° *Compteur d'eau, par MM.* Siemens *et* Adamson.

Le compteur d'eau tournant, inventé par M. Siemens, sur le principe de la vis dont nous avons donné la description dans l'article précédent, et qui jouissait de la propriété de ne rien faire perdre de la pression due à la colonne d'eau, a été soumis à un grand nombre d'épreuves pratiques qui ont permis d'établir complètement ses avantages et ses inconvénients. Il est résulté de cette sorte d'enquête, que cet élégant appareil est difficile à admettre dans la pratique, non pas par des défauts dans son système de structure, ou par des erreurs dans la mesure du liquide, mais simplement parce qu'il a paru difficile de garantir les pièces délicates d'où dé-

pend l'exacte mesure de l'eau de la rude action de celle qui le traverse. M. Siemens, sans se laisser décourager par cet insuccès, a repris avec M. Adamson la question des compteurs d'eau d'après un autre principe mécanique qui paraît devoir offrir d'excellents résultats. Ce principe mécanique est celui de la roue à réaction dont on a fait depuis quelque temps de nombreuses applications à l'industrie, surtout en Angleterre.

L'application de ce mécanisme ne paraît produire qu'une très-légère perte de pression, et nous allons tâcher, sans le secours de figures, de donner une idée de l'appareil, qui se distingue par sa forme compacte et sa manœuvre facile.

Ce compteur consiste en une chambre cylindrique en fonte munie près de son centre d'un diaphragme horizontal et recouverte d'une plaque en verre pour protéger le mécanisme indicateur. Cette chambre est pourvue sur les côtés opposés de deux ajustages qui s'adaptent sur deux tuyaux, l'un pour l'introduction au-dessus du diaphragme de l'eau qu'il s'agit de mesurer, et l'autre pour la sortie de l'eau mesurée audessous de ce diaphragme. En entrant dans le compteur, l'eau traverse d'abord un filtre logé dans l'ajutage d'introduction et qui consiste en un cylindre percé de trous pour retenir la vase et les autres impuretés. De là, ce liquide arrive dans la boîte au-dessus du diaphragme, et sur ce diaphragme est un second filtre annulaire que l'eau traverse et où elle est dépouillée encore plus complètement de ses impuretés. Au centre du diaphragme, et immédiatement sous ce filtre, est vissé un tube conducteur qui amène l'eau dans le tambour-mesureur établi sur le principe de la roue à réaction. Ce tube descend dans la portion verticale du tambour, mais sans contact réel, pour ne pas s'opposer au mouvement de celui-ci, point important pour que les matières sédimentaires en suspension n'affectent pas le travail des surfaces, résultat qu'on obtient par le peu d'étendue et la précision du contact.

Le tambour porte trois bras ou conduits de décharge dont les orifices sont réglés par des vannettes servant à procurer un écoulement uniforme et une mesure régulière; l'eau qui s'écoule par les orifices en faisant, par sa réaction, tourner le tambour en sens contraire, et la quantité de liquide qui passe à chaque tour de celui-ci, reste constante. Ce liquide tombe alors dans le bas du compteur et s'écoule par le tuyau de service.

Le tambour est porté sur un appui d'une forme particulière. Une coupe à huile close attachée sur le fond du tambour livre passage à une tige en laiton qui s'élève verticale-

ment sur le fond du compteur. A la partie supérieure de la coupe, il existe un culot en acier qui repose sur une broche aussi en acier plantée sur l'extrémité supérieure de la tige et sur laquelle porte tout le poids du tambour. Toutes les parties frottantes sont donc renfermées dans la coupe à l'huile afin de les maintenir au plus haut degré de graissage. Sur le milieu du tambour s'élève un arbre vertical qui maintient un collier en argentan placé sur le fond de la chambre, au mécanisme indicateur. Cet arbre est terminé dans le haut par une vis sans fin qui fait marcher ce mécanisme et enregistre les quantités d'eau passée ; le mécanisme, excepté les roues différentielles, est le même que celui du compteur précédent du même auteur dont il a été question ci-dessus, et il est recouvert par une plaque en verre avec cadrans, maintenue à vis sur un rebord muni d'une rondelle de caoutchouc pour que l'assemblage soit étanche ; la chambre où est logé ce mécanisme est remplie d'huile, enfin cette plaque est recouverte par un plan épais de verre au travers duquel on peut voir les aiguilles indicatrices.

Dans les grands appareils, il y a huit bras de recharge avec quatre vannes régulatrices qui, lorsqu'on les ouvre ou les ferme, fournissent le moyen d'obtenir avec la plus grande exactitude la quantité d'eau qui a passé par le compteur.

§ 9. DES MANCHES EN CUIR.

Dans le service des incendies, dans les arrosages, on remplace les tubes de métal par des manches fabriquées avec du cuir (fig. 1 *bis*), afin qu'elles puissent se ployer suivant les localités et suivant les endroits où il est nécessaire de transporter l'eau.

Ces manches sont cousues au moyen de fil de laiton ou de fil ordinaire ciré ; et, dans ces derniers temps, on a remplacé ces coutures par des rivures très-rapprochées.

Il n'entre pas dans notre plan de détailler toutes les opérations par lesquelles on parvient à fabriquer ces tubes de conduite, et d'ailleurs elles ne sont pas du ressort des ouvriers fontainiers.

On sait que, pour refouler l'eau, les manches simplement cousues et rivées sont suffisantes ; que, lorsque dans un incendie une issue se déclare sur un de ces tubes, on la bouche avec une lanière de cuir, dont on entoure cette manche à la partie endommagée, et même aux environs ;

Que, quant aux tubes d'aspiration en cuir, ils doivent être munis intérieurement de ces viroles de cuir qu'on appelle *diaphragmes*.

Elles ont pour but de s'opposer à l'aplatissement du tube, qui ne manquerait pas d'avoir lieu par suite de la soustraction de l'air intérieur et de la pression atmosphérique extérieure.

Ces manches à diaphragmes sont principalement en usage à bord des bâtiments marins, parce que, dans les incendies, l'eau se trouve à côté du navire, et qu'il serait bien inutile de compliquer la manœuvre par un transvasement d'eau, qui peut ainsi s'éviter; alors l'extrémité du tube à diaphragme est garnie d'un ajutage en métal mince, espèce d'étui percé de petits trous destinés seulement à laisser passage au liquide et à s'opposer à toute introduction de la part des corps étrangers.

On fabrique aussi des manches en fil de chanvre qu'on tisse très-serré sur un métier particulier, et qui présente un boyau continu sans couture. Ces manches sont économiques et légères, seulement elles se chargent de beaucoup d'eau après un certain temps de service, si l'on n'a pas eu soin de les imprégner des agents humidifuges dont l'usage est aujourd'hui très-répandu. Au reste, ces manches en fil et tissées sont plus propres aux arrosages qu'usitées dans les incendies.

§ 10. ÉCOULEMENT DE L'EAU.

Nous nous trouvons nécessairement dans l'obligation de reproduire ici ce dont tous les livres de physique font mention, relativement à l'écoulement de l'eau ; c'est-à-dire :

Que quand l'eau s'écoule par une ouverture quelconque, elle suit la loi des corps graves; que la même chose a lieu quand elle s'écoule dans un tube vertical, c'est-à-dire que son mouvement est uniformément accéléré, au frottement des tubes près ;

Que, relativement aux corps graves, et par conséquent à l'eau, s'ils ont employé une seconde pour parcourir le premier mètre, ils n'en emploieront que le tiers pour parcourir le second, ou encore ils parcourront trois mètres pendant la seconde suivante ; car, en multipliant un mètre par le carré de deux secondes, et retranchant du produit la première distance, nous aurons trois mètres pour celle qu'ont parcourue les mêmes corps dans le même espace de temps ;

Que l'inverse aura lieu si le liquide, au lieu de s'écouler de haut en bas, s'échappe par un jet continu de bas en haut : alors le mouvement est uniformément retardé;

Que ces deux cas donnent lieu aux mêmes divisions mécaniques de l'eau lorsque l'écoulement a lieu à l'air libre,

c'est-à-dire que la masse d'eau se partage en une multitude de particules plus ou moins semblables à celles de la pluie ;

Qu'en général la vitesse de l'écoulement étant connue, la quantité se mesure par cette même vitesse, multipliée par la superficie de l'orifice ;

Que quand elle s'échappe par jet d'un ajutage cylindrique et horizontal (fig. 40), le filet d'eau se contracte à une petite distance de l'ouverture, et que la veine contractée est à peu près les huit douzièmes du diamètre de l'orifice ;

Que la forme la plus convenable pour obtenir la plus grande dépense d'eau, dans un temps donné, est celle qui est dessinée figure 41 ;

Que, dans les tubes horizontaux, le liquide n'exerce point de pression sur les parois intérieures ;

Que dans les tubes verticaux, la pression de bas en haut du liquide s'exerce contre les parois de dedans en dehors, et que le contraire a lieu lorsqu'il descend par un mouvement accéléré :

Donc les tubes de conduite, destinés à élever l'eau verticalement, demandent à être plus résistants, et cela en raison de la masse d'eau supérieure ;

Et aussi lorsque les tubes horizontaux sont affectés de sinuosités ou coudes, ils demandent une plus grande résistance, suivant qu'ils sont plus ou moins aigus ; car le mouvement du liquide, dans l'intérieur des tubes, tend à les redresser dans ces parties.

§ 11. DES TUBES CAPILLAIRES.

On entend par tubes capillaires, ceux dont le canal est tellement petit, qu'on peut le comparer, avec assez d'exactitude, au calibre d'un cheveu.

Ces tubes présentent un phénomène qui s'écarte entièrement de la loi des corps graves ; lorsqu'on plonge un de ces tubes dans l'eau, ce liquide s'élève dans l'intérieur du tube au-dessus de son niveau, et cette élévation de la part du liquide est proportionnée à la petitesse du diamètre intérieur du canal.

S'observant aussi bien dans le vide pneumatique, que sous la pression atmosphérique, on ne saurait attribuer à celle-ci une part quelconque dans ses phénomènes vraiment curieux, et on a reconnu également que l'épaisseur des parois du tube était tout-à-fait indifférente.

Quand le tube capillaire, plongé dans le liquide, est un tube sec, on voit la colonne d'eau monter dans son intérieur,

au-dessus du niveau de l'eau, et se terminer par un ménisque concave; ce qui tendrait à prouver que cet effet est dû à l'attraction matérielle du tube sur les particules liquides; et en effet il s'exerce avec plus d'intensité sur les parties les plus voisines du tube : on arrive à la même preuve par une opération qu'on peut regarder comme une synthèse.

Car si on enduit un tube capillaire (son canal intérieur) de corps gras, qu'on le plonge ensuite dans l'eau, non-seulement l'élévation n'aura pas lieu, mais encore le niveau, dans l'intérieur du tube, se maintiendra au-dessous du niveau extérieur, et la colonne liquide se terminera par un ménisque convexe.

Dans cette expérience, le peu d'affinité de la matière grasse avec l'eau s'oppose à son élévation, et, dans les deux cas, le sommet de chaque ménisque obéit à l'effet de l'équilibre atmosphérique.

Ces phénomènes dépendent évidemment de l'attraction moléculaire et matérielle; car un tube capillaire enduit avec de l'huile, et plongé ensuite dans ce même liquide, présentera les mêmes résultats.

Ils ont également lieu relativement aux corps plongés, bien qu'ils n'aient aucune similitude de forme avec les tuyaux capillaires. Saupoudrez une vitre mouillée avec de la résine en poudre ou une poussière qui se mêle difficilement avec l'eau, plongez-la dans l'eau, et vous verrez ces petites particules s'élever bien avant que le niveau du liquide soit parvenu à leur hauteur. Le contraire aura lieu si la vitre est enduite de corps gras.

Les éponges, le sucre, tous les corps poreux, la pierre ponce, les mèches, etc., présentent les phénomènes des tubes capillaires, et on a même utilisé leurs propriétés pour décanter les liqueurs qu'on ne veut pas troubler : à cet effet, on place sur le bord du vase qui contient le liquide une mèche de coton ou une éponge convenablement façonnée pour qu'une portion plonge dans ce liquide, tandis que l'autre pend au dehors ; cette dernière répand goutte à goutte le liquide dégagé de corps étrangers, et on la reçoit dans un second vase.

Mais ces phénomènes étant limités à des tubes de très-petites dimensions, et relativement au décantement, à des niveaux très-rapprochés, ils offrent peu de ressources aux amateurs du mouvement perpétuel.

§ 12. SIPHONS.

Il n'est peut-être personne qui, en voyant l'eau s'écouler par la longue branche d'un siphon, n'ait eu l'idée de renverser le problème, c'est-à-dire de plonger le grand tube dans le liquide, et d'obtenir ainsi son écoulement par la branche la plus courte. C'eut été le cas d'un mouvement perpétuel. Heureusement pour l'industrie humaine que les lois générales de la pesanteur s'y opposent.

Les siphons sont utiles lorsqu'il s'agit de transvaser les liquides sans les troubler, ou encore quand on a besoin de conduire l'eau de l'autre côté d'un obstacle élevé, qu'on n'a pas la faculté de contourner ni de percer en ligne droite; mais leurs fonctions sont assujetties à des règles générales, dont nous allons dire un mot.

Les siphons sont des tubes recourbés, tels que B A C (fig. 22 et 23), dont une des branches, A B, est plus longue que l'autre, A C. Si on remplit ces tubes avec de l'eau ou un liquide quelconque, si ensuite on plonge la plus courte branche dans un vase plein du même liquide, il s'écoulera sans interruption par la plus longue branche B A.

En appliquant les effets de la pression atmosphérique à cet appareil, on verra d'abord que, tant que le tube A C ne sera pas plus long que 10m.40, la colonne d'eau pourra se soutenir dans toute sa longueur, et ensuite qu'elle ne saurait se séparer de celle qui est contenue dans l'autre branche A B; car le vide ne peut s'établir en A que lorsque la colonne d'eau contenue dans A C a plus de 10m.40 de longueur. De plus, la colonne d'eau contenue dans A B est plus pesante comme plus étendue, donc elle entraînera celle de A C, qui est moins longue, et par conséquent moins pesante.

L'écoulement doit donc continuer tant que les niveaux resteront les mêmes.

Quand les tubes A B et A C sont égaux, l'équilibre a lieu, ils restent pleins d'eau, mais elle ne s'écoule pas.

Les mêmes phénomènes, relatifs aux 10m.40 d'eau, sont applicables aux 76 centimètres de mercure.

Quand le diamètre du tube A B est plus grand que celui du tube A C, il n'en résulte point une augmentation dans l'écoulement du liquide; car, en considérant ce qui se passe au point de réunion A, on voit que la force d'attraction qui y est relative ne saurait être plus grande que celle qui a pour expression la surface de section au point A multipliée par la longueur verticale de A B; or, c'est à celle-là qu'il faut avoir égard.

Car on pourrait induire de ce que nous avons dit, dans un des paragraphes précédents, que si l'écoulement dépend de la pesanteur de l'eau contenue dans la longue branche, en raccourcissant ce tube et augmentant son diamètre, on pourrait obtenir la même pesanteur et par suite l'élévation de l'eau au-dessus de son niveau, mais il en est tout autrement; car, comme nous l'avons dit plus haut, la pesanteur de la colonne d'eau, dont l'effet est d'entraîner celle de AC, n'a pour expression que la petite base du sommet de la colonne en A, multipliée par la longueur du tube éjecteur prise verticalement. Le liquide remplira bien à peu près la capacité du tube ainsi agrandi; mais une portion restera suspendue, tandis que celle que peut fournir AC passera par son milieu. Nous aurons plus tard l'occasion de revenir sur cet effet de pression.

Ainsi donc, les siphons ne sauraient conduire l'eau en passant par-dessus un obstacle plus élevé que 10m.40 du niveau; et de plus il est nécessaire que les deux branches du siphon soient inégales, et que l'ouverture du tube d'écoulement soit au-dessous du niveau du liquide dans lequel plonge la plus courte branche de l'appareil.

Nous avons dit qu'on les employait ordinairement pour transvaser les liquides susceptibles de se troubler par le jeu du piston et du clapet de petites pompes qui les remplaceraient dans cet usage. Dans ce cas on leur ajoute un tube latéral F qui communique avec l'intérieur du siphon aux environs du point B. De plus, on adapte à cette extrémité un robinet destiné non-seulement à arrêter, suivant le besoin, l'écoulement du liquide, mais encore à mettre l'instrument en fonction.

On se rappelle que nous avons posé en principe, que pour entrer en fonctions, il était nécessaire que l'instrument fût préalablement plein du liquide qu'on veut transvaser. Cette condition est indispensable, et voilà comme on y parvient avec le secours du tube F.

La branche AC étant plongée dans le liquide qu'on veut transvaser, on ferme le robinet en B, on aspire ensuite par l l'air contenu dans le tube, ou pour mieux dire on décharge la surface du liquide, celle qui, dans le tube AC, a pris un niveau correspondant à celui du vase, de la pression atmosphérique qui agit sur elle; alors la pesanteur atmosphérique extérieure au siphon agit sur le liquide environnant, le presse, l'oblige d'abord à monter suivant CA, et ensuite à descendre suivant AB; l'instrument se remplit ainsi d'eau, et se trouve dans le cas de celui dont nous avons parlé plus

haut, c'est-à-dire qu'il suffit de tourner convenablement le robinet en B pour obtenir l'écoulement du liquide.

L'opération que nous venons d'expliquer, et qui s'obtient avec le secours du tube auxiliaire FI, et d'un mouvement de *succion*, ne pourrait évidemment pas s'appliquer aux siphons de grandes dimensions, car l'effort dont un individu est capable est très-limité, tandis que la pression atmosphérique est relative aux surfaces. On sait que cette pression agissant sur une surface de 2 centimètres 7 millim. carrés, est égale à environ 7 kilogrammes, et que par conséquent cette pression, pour un tube dont le diamètre inférieur serait de 116 millimètres, et la hauteur verticale de $10^m.40$, ce qui est équivalent à une colonne d'eau dont la surface de section est de 32 centimètres 5 millim. carrés environ et $10^m.40$ de hauteur verticale, exigerait, pour être vaincue, un effort de succion égal à 84 kilogrammes.

Pour obtenir le plein dans les siphons de grande dimension, on bouche d'abord les extrémités des deux tubes, puis on verse par une ouverture pratiquée en A, l'eau nécessaire pour établir le plein; ensuite cette troisième ouverture se ferme au moyen d'un robinet bien ajusté; on débouche les tubes, et l'écoulement continue.

Nous avons dit plus haut qu'il était nécessaire aux fonctions des siphons que la branche AC, comptée verticalement à partir du niveau du liquide jusqu'en A, ne soit pas plus longue que $10^m.40$; mais il est bien évident que, quels que soient ensuite les coudes que forme dans sa longueur la branche AB, pourvu qu'il n'y en ait point au-dessus du point A, que nous supposons à $10^m.40$, ils ne sauraient entraver l'écoulement du liquide qui, dans tous ces cas, chercherait toujours à reprendre son niveau.

Ainsi donc, je suppose que le tube AC parte du point A situé à $9^m.75$ au-dessus du niveau de l'eau, et descende à 26 mètres plus bas; il est clair qu'en ajoutant ensuite un tube de pareille longueur et dirigé de bas en haut, le niveau du liquide s'établirait dans ce tube à la même hauteur que celui du vase, et il faudrait ensuite, pour que l'écoulement s'effectuât, ou raccourcir le tube en dessous du niveau du vase, ou le recourber après dans un sens contraire, ce qui est équivalent.

Les aqueducs, au moyen desquels les anciens transportaient l'eau, s'ondulaient ainsi sur la pente déclive des montagnes; mais les premiers tubes ou canaux ne pouvaient s'élever au-dessus de $10^m.40$. Quant aux autres, ils pouvaient être ensuite beaucoup plus longs s'ils étaient descendus d'abord bien

en dessous de cette limite; mais ils ne pouvaient la dépasser, et il était également nécessaire que le point de la chute de l'eau fût sensiblement plus bas que celui de son point de départ.

§ 13. DES SIPHONS A SOUPAPES.

De grands perfectionnements ont été apportés aux siphons, tels que nous venons de les décrire; le plus important est sans contredit l'application des soupapes, à l'aide desquelles l'eau coule perpétuellement, c'est-à-dire qu'elle ne cesse pas de couler par l'abaissement du fluide, en telle sorte que dans les terrains inclinés ils peuvent servir à rendre l'eau des puits propre à l'arrosage des propriétés et à la création d'eaux jaillissantes.

Les seules conditions du succès, sont que le niveau du terrain à arroser soit plus bas que celui de l'eau qu'il faut attirer, et que le puits et le terrain ne soient pas séparés par des hauteurs, telles que la pression de l'atmosphère, seul auteur des siphons, devienne impuissante à les franchir; quant à la distance des lieux, c'est 200, 300 mètres, peu importe, pourvu que l'ouverture de sortie de la branche descendante du siphon soit constamment au-dessous du niveau de l'eau dans le puits : cependant, plus la distance est grande, plus sont multipliés les frottements de l'eau contre les parois intérieures des tubes, et plus lent doit être l'écoulement; il faut donc, pour compenser les frottements, employer des tubes d'un plus grand diamètre.

La perfection du niveau siphon consiste en ce qu'il a la propriété de ne pouvoir se vider par l'abaissement de l'eau dans le puits. Voici la manière de le disposer à cet effet :

Le siphon aura sa branche descendante qui plonge dans un bassin plein d'eau; lorsque l'eau dans le puits sera au niveau de celle du bassin, l'écoulement se ralentira, s'arrêtera même, sans que l'air s'introduise, pourvu que l'ouverture de la branche ascendante soit toujours plus basse que l'eau du puits.

Les ouvertures des branches pourront être au même niveau et recourbées l'une et l'autre en forme de crochets.

La branche descendante recourbée aura son ouverture de sortie à un niveau plus élevé que celui de l'ouverture d'entrée de la branche ascendante.

La branche ascendante pourra être recourbée à son ouverture en forme de crochet, et cette ouverture garnie d'un clapet, soupape ou robinet, s'ouvrant et se fermant par l'ascension ou l'abaissement de l'eau, au moyen d'un liège ou d'un

globe plein d'air, qui, lorsque l'eau sera haute, étant plongés sous cette eau, tendront à monter à la surface, et tiendront ouverts les clapets, robinets ou soupapes, et qui, lorsque l'eau baissera, s'abaissant avec elle, laisseront se fermer peu à peu les clapets ou soupapes, en ne leur laissant que l'ouverture nécessaire à l'écoulement de l'eau amenée dans le puits par la source, pour les rouvrir au fur et à mesure que l'eau s'élèvera.

Pour les puits dont la profondeur excèdera 10m.40 au-dessous du point culminant du siphon, la branche ascendante aura plus de 10m.40 de longueur. Lorsque l'eau sera descendue à 10m.40 au-dessous de ce point culminant, l'écoulement sera suspendu naturellement sans soupapes, clapets ni robinets.

Lorsque le puits n'a pas 10m.40 de profondeur au-dessous du point culminant du siphon, les branches seront élevées hors terre à la hauteur convenable pour créer la profondeur de plus de 10m.40, ou rendre plus pesants les clapets ou soupapes intérieurs qui restent soulevés pendant l'ascension, afin que la pesanteur des soupapes, jointe au pied de la colonne d'eau ascendante, équivale à la pression atmosphérique.

Ces trois siphons permettent de plonger la branche descendante bien au-dessous du niveau de l'eau dans le puits, et de produire par conséquent des eaux jaillissantes. Plus le niveau de l'eau dans le puits sera supérieur à celui de l'ouverture de sortie, plus l'écoulement sera rapide et plus les eaux seront jaillissantes.

Ces trois derniers siphons présentent encore l'avantage, par la rapidité de leur écoulement, de permettre de disposer promptement, avec de petits tubes, de l'eau qu'on peut alors laisser s'amasser dans le puits comme dans un bassin.

Tous les siphons sont garnis à leur point culminant d'un robinet et entonnoir, pour remplir le siphon lorsqu'on veut le mettre en activité, de robinets pour laisser alors échapper l'air, et d'un grillage métallique à l'ouverture de la branche ascendante, pour que l'eau qui pénètre dans le piston soit toujours pure. En dessous du siphon on pourra, de distance en distance, placer des boîtes de plomb, servant à recevoir le limon entraîné par les eaux, et qui devront être dégagées lorsqu'il sera nécessaire.

Ce genre de siphon se distingue des autres, 1° en ce qu'il peut servir à l'irrigation et surtout à créer des eaux jaillissantes; 2° en ce que les branches sont garnies de soupapes qui font que, l'eau une fois abaissée au niveau de l'ouverture de la branche ascendante, l'air ne peut s'introduire dans le tube et arrêter l'écoulement, qui peut recommencer.

CHAPITRE II.

Des Pompes.

§ 1. DES PRINCIPES GÉNÉRAUX.

Lorsqu'on remplit un tube quelconque d'eau, si ce tube est débouché par ses deux extrémités, elle s'écoule, et quand même on le tiendrait plongé dans une cuvette d'eau, comme ceux dont nous avons parlé plus haut, le liquide prendrait bientôt son niveau en retombant dans la cuvette inférieure.

La pesanteur atmosphérique, dans ce cas, agit des deux côtés, et sur l'eau de la cuvette et sur celle de la partie élevée et débouchée du tube; mais la pesanteur propre du liquide l'entraîne suivant la loi des corps graves.

Mais si un obstacle tel que AB (fig. 2) s'abaisse en même temps que l'eau sera sollicitée à s'écouler, la colonne sera arrêtée, et ne pourra plus obéir à la force qui tend à la faire descendre en bas.

Et si nous supposons qu'un piston tel que CD tenu à une tige TI, soit animé d'une puissance capable de le faire circuler de bas en haut, alors toute la partie de la colonne d'eau supérieure sera soulevée, et celle qui reste en dessous du piston sera déchargée et de la pesanteur de cette portion d'eau et de la pression atmosphérique supérieure.

Car, puisque cette pression agit toujours sur l'eau de la cuvette, il suit de ce que nous avons dit précédemment, que cette eau pourra s'élever jusqu'à 10m.40, mais pas au-dessus, parce qu'alors la colonne d'eau intérieure et la pression de la colonne d'air atmosphérique extérieure qui agit par en bas, se font équilibre. Il faut même, comme nous le verrons plus tard, diminuer quelque chose de cette quantité, eu égard aux variations accidentelles de la pesanteur atmosphérique et à l'imperfection du vide qui, au moyen d'un piston, ne saurait être égal à celui auquel donne lieu un tube entièrement bouché par en haut.

C'est en se basant sur ces principes et sur le refoulement, qu'on a construit une variété infinie de pompes, car il n'est pas d'appareils mécaniques qui aient donné lieu à un aussi grand nombre d'inventions, de perfectionnements ou de modifications que ceux à élever l'eau. Nous n'avons pas la prétention de décrire dans ce Manuel tout ce qui a été inventé

dans ce genre, car bien souvent les inventions ne sont que la répétition les unes des autres; mais après avoir dit un mot de quelques-unes des parties qui entrent essentiellement dans la structure des pompes, nous décrirons un certain nombre de modèles qu'on pourra considérer comme des types dans les nombreuses familles de pompes, en allant des plus simples aux plus composés, ordre qui est, du reste, celui chronologique, à fort peu près, les appareils ayant une tendance à se perfectionner avec le temps et l'expérience acquise.

§ 2. PISTON ET CLAPET.

On voit dans la figure 2, que le piston CD porte aussi un clapet destiné à s'ouvrir et à se fermer comme celui d'en bas dans les moments convenables; mais ces époques, par la disposition mécanique de ces clapets ou soupapes, sont inverses relativement à leur moment d'ouverture et de fermeture, c'est-à-dire qu'ils ne sauraient jamais s'ouvrir ni se fermer en même temps, mais bien séparément, de telle sorte que si, après l'opération que nous venons d'indiquer plus haut, on continue le mouvement alternatif du piston de haut en bas, le clapet inférieur se fermera par l'effet de la pression de l'eau qui cherche à s'écouler, tandis que celui du piston s'ouvrira par l'effet de la force motrice qui agit pardessous le piston et au-dessus de la colonne d'eau intérieure.

Dans ce mouvement descendant du piston, l'eau contenue dans le corps de pompe reste stationnaire puisqu'aucune force ne la sollicite à monter, et que le clapet inférieur, qui bouche le tube, empêche le liquide de s'écouler par en bas.

Mais si on continue ce mouvement alternatif, l'eau montera à chaque coup de piston dirigé de bas en haut, et pourra même s'écouler par un dégorgeoir F disposé pour lui livrer une issue.

Tel est le mécanisme qu'on emploie le plus ordinairement pour élever l'eau au-dessus de son niveau. Peu susceptible de dérangement, il ne nécessite qu'une force égale seulement à la pesanteur de la colonne d'eau soulevée, plus celle qu'il est nécessaire de dépenser pour vaincre le frottement du piston.

Dans les opérations que nous venons d'indiquer, nous avons supposé que le tube ou corps de pompe fût préalablement rempli d'eau.

Quand il est vide d'eau, et par conséquent plein d'air, l'action du piston dans son mouvement de bas en haut est de dilater l'air intérieur, qui, comme nous l'avons prouvé, est élastique, et de déprimer d'autant le niveau de l'eau HR,

c'est-à-dire celui qui lui correspond dans l'intérieur du tube. Alors cette eau monte d'une certaine quantité, tandis que dans le mouvement descendant du piston, elle ne saurait s'échapper par l'ouverture inférieure, qui alors se trouve bouchée par son clapet. En réitérant donc le mouvement alternatif du piston, on obligera l'eau d'arriver jusqu'à une hauteur où il aura prise sur elle : alors l'opération continuera comme nous l'avons indiqué plus haut.

Mais la régularité d'une pareille opération dépend de l'efficacité du jeu des pistons, qui ne sont pas ordinairement fabriqués pour agir sur l'air, qui est un fluide éminemment plus subtil que l'eau; car s'ils n'ont pas fonctionné depuis quelque temps, et si par suite leurs garnitures de cuir ou d'étoupes sont un peu sèches, ils sont bien capables de manquer leur effet, ou de ne le remplir qu'imparfaitement. Toutefois on prévient facilement ces inconvénients en amorçant la pompe.

Ce procédé consiste à jeter préalablement un peu d'eau dans le corps de pompe par l'ouverture supérieure. Dans ce cas, cette eau humecte les garnitures, multiplie les points de contact, bouche les issues, et restant au-dessus du piston, forme elle-même un piston bien ajusté et bien capable d'agir immédiatement sur l'air intérieur du tube.

Dans le cas où la distance entre le niveau HR et la limite inférieure de la course du piston serait plus grande que 10m.40, l'eau ne s'élèverait que jusqu'à cette hauteur, et le piston serait incapable d'agir ensuite sur l'eau, et par conséquent de l'élever jusqu'au dégorgeoir; mais alors, au lieu de supposer que la nature a horreur du vide jusqu'à 10m.40, il vaudrait mieux allonger la tige TI du piston, de manière à ce que la course de ce dernier ait lieu en dessous de cette hauteur.

§ 3. CORPS DE POMPES.

Les formes que l'on doit donner aux corps de pompes sont tout-à-fait arbitraires pour l'élévation de l'eau; mais la plus convenable relativement au frottement des pistons est la forme circulaire, car on sait que le contour d'une surface carrée ou polygonale, égale à celle d'un cercle, est plus grand que le contour circulaire de ce dernier, et qu'alors on agirait sur un même volume de liquide en dépensant, pour vaincre un plus grand frottement, une plus grande somme de puissance motrice.

Toutefois, la forme carrée et prismatique peut offrir des avantages aux navigateurs, en ce qu'elle est facile à obtenir

promptement, et qu'elle n'exige point les moyens assez difficultueux par lesquels on parvient à percer les pièces de bois qui ordinairement sont destinées à servir de corps de pompes.

§ 4. SOUPAPES.

Les soupapes sont peut-être les pièces les plus importantes qui entrent dans la construction des pompes; c'est de leur bonne structure, de leur état parfait d'entretien, que dépendent en grande partie le service régulier et le rendement de ces appareils. Aussi ne doit-on pas s'étonner du nombre infini de modèles qu'on a proposés pour les soupapes, dont la forme varie depuis le simple clapet, la soupape à vannes, la soupape à boule, la soupape à gorge, jusqu'à la soupape à lanterne, la soupape à plusieurs étages et la soupape à boules multiples.

Nous n'entrerons pas dans la description détaillée de toutes ces soupapes, leur nomenclature seule nous entraînerait trop loin.

La soupape à clapet ou simplement le clapet simple, posé à plat, ou le clapet multiple posé aussi à plat, ou en forme de toit ou de pyramide, est un appareil trop connu pour en donner ici la description; il nous suffira de dire que l'emploi du caoutchouc a rendu le jeu de cette soupape beaucoup plus doux et plus durable qu'il ne l'était autrefois.

La soupape à vanne est principalement employée sur les conduites d'eau souterraines. Il faut des ajustements très-précis et un soin particulier pour la maintenir bien étanche.

Les soupapes à boule ou à boulet sont employées dans certaines pompes, dans les conduites d'eau et dans le bélier hydrauliques; elles fonctionnent très-bien et sont très-durables.

Les pompes foulantes où l'on emploie les soupapes à boule en métal solide, sont souvent exposées aux fuites, parce qu'au bout d'un certain temps de service la boule se déforme ou bien altère le profil de son siége; il en résulte que la première ne s'adapte plus très-exactement sur le second, et par conséquent que la soupape n'est plus étanche. Il paraît qu'aux États-Unis on a cherché à éviter ce défaut en appliquant à ces sortes de pompes des soupapes à boule en caoutchouc plein ou creux, ou en boules métalliques pleines recouvertes d'une couche de caoutchouc. On conçoit qu'en rendant ces boules élastiques, il y a contact plus immédiat et plus complet de la soupape sur son siége, et fermeture plus exacte, malgré l'usure à laquelle elle peut être exposée;

reste seulement à savoir quelle est celle des trois formes dont il vient d'être question qui remplira le mieux le but dans la pratique.

Les soupapes à lanterne ne sont guère en usage que dans les machines à vapeur et les presses hydrauliques. Elles sont généralement lourdes et disposées à adhérer sur leur siège. Il en est de même des soupapes coniques qui constituent l'appareil de sûreté des machines à feu.

Les soupapes à plusieurs étages sont d'invention moderne et d'un excellent service, mais avant d'en faire connaître deux modèles, nous dirons un mot sur un grave inconvénient que présentent les soupapes de construction ordinaire, nous voulons parler du choc auquel elles sont exposées quand elles retombent, choc si violent quelquefois, surtout dans les grands appareils, qu'il ébranle et renverse parfois les édifices où les pompes sont placées et leur font éprouver de graves avaries. Nous traiterons ce sujet en prenant pour guide M. W.-G. Armstrong, ingénieur, qui les traite avec beaucoup de talent.

§ 5. SUR LE CHOC DES SOUPAPES DANS LES POMPES, PAR M. W.-G. ARMSTRONG.

On a rencontré de graves difficultés dans la construction des pompes foulantes fonctionnant sous une forte pression, celles, par exemple, pour mettre en jeu les grues hydrauliques ou autres machines analogues, à raison du battement ou du choc qu'on attribue généralement à la chute de la soupape sur son siège, de façon que lorsque la pompe fonctionne avec rapidité ou lorsque la pression est matériellement augmentée, il arrive fréquemment de sérieux accidents. Après m'être assuré qu'en augmentant l'aire pour le passage de l'eau dans les soupapes annulaires, en posant une limite à leur excursion et en appliquant un ressort pour assurer leur fermeture rapide, on ne remédiait pas à ces inconvénients, je suis resté convaincu que le mal avait une autre origine.

J'ai alors fixé mon attention sur la soupape d'aspiration, le choc ayant lieu généralement au moment de la course en retour. Les nombreux résultats anormaux qui ont paru envelopper la cause dans une sorte de mystère ont été soigneusement étudiés, et l'examen ainsi que la discussion de plusieurs expériences conçues et exécutées avec adresse, m'ont convaincu que la cause du coup ou choc se rattachait à l'élévation de la soupape de refoulée qui a lieu simultanément avec la fermeture de la soupape d'aspiration.

En examinant la structure de la soupape de refoulement,

il est devenu évident pour moi que, tandis que toute l'aire de sa face supérieure est influencée par la pression de haut en bas qui tend à la fermer, il n'y a sur la face inférieure que la portion qui couvre l'ouverture annulaire qui éprouve l'action de la pression de bas en haut et qui tend à la faire ouvrir. Il est donc clair que, puisque l'aire sur laquelle la pression de bas en haut agit est infiniment moindre que celle sur laquelle agit la pression de haut en bas, il faut un excès momentané de pression de la part du piston plein dans le corps de pompe pour soulever la soupape sur son siège. La matière du corps de pompe se trouve ainsi pendant un certain temps distendue ou dilatée, tandis qu'un affaissement ou un retour immédiat à la dimension primitive de ce corps a lieu aussitôt que la soupape commence à fonctionner.

Dans quelques cas les surfaces sur lesquelles a lieu la pression de bas en haut ne sont pas le sixième de celles soumises à la pression de haut en bas ; de façon que la pression par centimètre carré exercée par le piston plein pour mettre la soupape en jeu est six fois celle qu'exerce la colonne qu'il s'agit de soulever.

Tous les effets observés se sont accordés avec cette explication, et comme expérience on a fait construire une soupape à ouvertures annulaires assez étendues pour atténuer les surfaces portantes ou diminuer la différence entre les aires des surfaces supérieure et inférieure. Ce mode de construction a, jusqu'à un certain point, réussi, et comme on a remarqué qu'une soupape de la forme la plus ordinaire était moins exposée au choc qu'une soupape annulaire, on a abandonné cette dernière forme et adopté une soupape à simple battement où la surface du siège a été réduite autant que possible, de manière à rendre la différence des aires peu sensible. Le résultat a été un changement radical ; on a obtenu un jeu doux et presque sans bruit, même quand la pompe frappait cent coups par minute.

Il a donc semblé que dans tous les cas où les pompes devaient être manœuvrées rapidement sous une forte pression, il était important que la soupape de refoulement fût construite de manière à céder avec facilité à la pression du piston, et pour atteindre ce but, il faut que l'aire de la soupape, celle sur laquelle la pression agit de bas en haut, soit dans un rapport considérable avec l'aire qui se trouve pressée de haut en bas.

J'admets que dans bien des cas, le choc ne provient pas de la chute de la soupape, et que sa violence doit être attribuée à ce que cette soupape reste béante jusqu'après le

mouvement en retour, moment où elle est abaissée subitement par le poids de la colonne qui retombe.

On a dit aussi que la cause de cette action était due à une élévation excessive de la soupape et à la rupture de la colonne dans le tuyau d'ascension ou d'élévation, par suite de la force vive qu'elle a acquise dans la course précédente de la pompe.

Les remèdes les plus efficaces qu'on ait trouvés consistent dans de grandes dimensions qui permettent un passage tout-à-fait libre à l'eau et une élévation très-bornée à la soupape, ou bien à augmenter le diamètre du tuyau d'ascension ou à chercher les moyens de maintenir un mouvement continu dans la colonne sans perte d'eau par les soupapes et avec leur fermeture complète.

Il faut espérer que ces observations tendront à faire disparaître un inconvénient qui jusqu'à présent a posé une limite à la vitesse avec laquelle on peut manœuvrer les pompes en général et qui forçait de faire usage de machines proportionnellement plus fortes qu'il n'est nécessaire.

M. C. Cowper a adopté pour quelques grandes machines une modification à la soupape annulaire dans laquelle les anneaux sont rangés en étages, les grands, ceux les plus extérieurs, étant plus hauts que ceux plus petits et intérieurs, de manière à permettre d'obtenir facilement un long guide très-ferme au centre.

Les chocs sont souvent dus aussi au retour du piston dans un espace vide et à ce qu'il vient frapper sur une masse d'eau morte et en repos, sans qu'il y ait intervention des soupapes. Du reste il est bien certain que la forme des ouvertures pour le passage de l'eau exerce une influence sur la production du choc par suite de la vitesse imprimée à la colonne, et si l'ouverture de la soupape était aussi grande que l'aire de section du tuyau d'aspiration, la forme de cette soupape n'aurait guère d'influence.

Une expérience bien simple prouve l'exactitude du fait qui vient d'être rapporté sur l'effet de disjonction ou de rupture d'une colonne d'eau. Quand on pousse avec une grande violence une colonne d'eau en avant, il se fait toujours un vide, quelle que soit la hauteur de la charge, et les tuyaux crèvent fréquemment.

L'emploi du caoutchouc vulcanisé ne diminue pas les chocs dans le jeu des soupapes, quand il s'agit de pressions considérables, mais on l'a appliqué avec succès aux clapets des pompes à air des machines à vapeur de navigation, et il y a des exemples de soupapes en caoutchouc vulcanisé de 0m.96

de diamètre, fonctionnant au taux de 36 coups par minute sur un gril en métal dont les barreaux ont 3 millimètres d'épaisseur et les vides 4 centimètres carrés de surface et qui ont continué à faire un excellent service pendant plus de douze mois. On a dit que le caoutchouc vulcanisé pouvait être soumis à une pression quelconque pendant un temps indéfini, mais que, exposé à des alternatives d'extension et de retrait pendant longtemps, il perdait en partie son élasticité. Or, cet effet est peut-être dû à une portion de soufre qui, n'étant qu'en combinaison mécanique, est expulsé, la matière absorbant alors de la chaleur, lors de la contraction et étant exposée à une érémacausie qui amène sa désintégration.

§ 6. SOUPAPES DE HOSKING.

Donnons maintenant la description de deux soupapes à étages, inventées par M. Hosking.

Soupape à étages, de M. Hosking.

La première de ces soupapes, qui est applicable à de grandes pompes, est divisée en plusieurs parties, de manière à éviter le risque de se briser par un choc, les différentes parties s'enfermant successivement.

1° La figure 193 est une coupe verticale dans sa position ouverte; les parties qui se soulèvent sont, dans cet exemple ci, au nombre de deux, l'eau passant par les espaces annulaires qu'elles laissent, comme il est indiqué par les flèches. Dans cette disposition, non-seulement l'entrée de l'eau est augmentée, mais encore l'action se fait presque sans bruit et tout-à-fait sans chocs fâcheux, avantages importants qu'on n'avait jusqu'alors pas encore pu obtenir, vu que, pour diminuer le choc, on avait toujours dû réduire la largeur de l'entrée de l'eau.

2° Le succès des appareils à pomper les eaux, surtout quand il s'agit d'élever de grandes masses de liquide ou de l'extraire d'une profondeur considérable, dépend en très-grande partie de la construction et de la perfection des soupapes. Celles-ci, comme on sait, doivent être disposées de manière à débiter l'eau avec aisance et rapidité et sans aucun choc lors de la fermeture. A cet égard, on peut citer un exemple bien concluant du rôle important que joue la soupape. Quand on a commencé à introduire la machine à vapeur du Corn Watt pour les eaux en grandes masses, on a été sur le point d'abandonner cette application à raison de l'état d'imperfec-

tion des soupapes à cette époque. Ces soupapes présentaient une grande surface et étaient établies sur le principe du clapet, et par conséquent à la pression considérable sous laquelle elles fonctionnaient. Le choc, lors de la fermeture, était tellement violent, qu'il donnait des craintes sérieuses sur la conservation du mécanisme et des fondations.

Pendant longtemps le problème qu'il s'agissait de résoudre, à savoir de trouver un mode de construction des soupapes présentant une aire maximâ de décharge à une aire minima exposée au choc provenant de la chute ou du recul de la charge, soulevée au terme de chaque course de la pompe, a présenté des difficultés qui paraissaient insurmontables, jusqu'au moment où l'idée d'appliquer une modification de la soupape de vapeur à double étage, s'est présentée heureusement à l'esprit de MM. Harwey et West, qui adoptèrent l'expédient de rendre selfacting le double étage, en contractant légèrement l'étage supérieur, de manière à permettre à la différence entre les aires à l'extérieur de l'étage supérieur et à l'intérieur de l'étage inférieur, de fonctionner comme une surface sur laquelle la pression peut agir pour ouvrir et fermer la soupape. Ce plan a merveilleusement réussi; la soupape, en se soulevant à une faible élévation, livre une ouverture de décharge très-grande, et l'aire sur laquelle la colonne agit en redescendant n'étant que la différence entre les aires supérieure et inférieure, et non plus toute celle de décharge comme dans la soupape à clapet ancienne, cette surface n'a plus été suffisante pour donner un choc violent. Cette soupape a donc fourni, dans toutes les circonstances, les moyens pour régler la pression tendant à fermer la soupape, quelle que fût la hauteur de la colonne d'eau ou la pression totale de la colonne descendante, en ajustant la différence des aires des étages supérieur et inférieur, suivant le rapport inverse de la hauteur de cette colonne.

Pour les petites hauteurs ou pour pomper l'eau dans les houillères, la soupape à clapet est très-commode, en ce qu'elle ne présente pas de rodages dispendieux des surfaces, qu'elle éprouve peu de dérangement de la part du sable et des impuretés qu'entraînent les eaux, enfin qu'on peut la réparer aisément et promptement sur les lieux mêmes. Mais pour certains travaux qui sortent de ceux ordinaires, la soupape annulaire à deux étages remplit mieux le but que tout autre modèle. De grandes soupapes de ce genre, de 0m.40 à 0m.50 de diamètre, fonctionnent très-bien quand on les fait en fonte avec parties battantes en bois. Les petites soupapes de 0m.20 à 0m.36 de diamètre sont plus avan-

tageuses quand on les établit en bronze à canon battant face sur face, et on cite des soupapes de ce genre qui fonctionnent depuis plusieurs années sous une colonne d'eau de 80 mètres, sans qu'on y remarque la moindre détérioration.

On a adopté depuis quelque temps, dans les établissements hydrauliques du la ville de Hull, une nouvelle espèce de soupape, qui paraît avoir rempli parfaitement son but. Cette soupape consiste en une pyramide d'étages circulaires, placés les uns au-dessus des autres et dans chacun desquels il y a un certain nombre de petits sièges circulaires d'environ 50 millimètres de diamètre, sur lesquels tombe et bat un nombre correspondant de sphères ou balles en gutta-percha. Le jeu de cette soupape est extrêmement simple, et elle a été inventée par M. W. Hosking, qui la fait servir à remplacer une soupape à double étage. Elle a 56 centimètres de diamètre et fonctionne sous une pression d'eau de 48 mètres, sous l'influence d'une pompe à piston plein, et d'un cylindre à vapeur à action directe. Dès le moment où cette soupape a été mise en activité, on a trouvé qu'elle allégeait la charge qui pesait sur la machine à vapeur d'environ 75 kilogrammes, et elle fonctionne depuis longtemps à l'entière satisfaction des mécaniciens.

Les avantages de cette soupape sont parfaitement apparents même à la première vue.

D'abord elle présente infiniment plus de sécurité que toute autre forme de soupape. En effet, supposons qu'un morceau de bois ou autre pièce matérielle s'engage dans le corps de pompe, ainsi que la chose arrive fréquemment. Avec la soupape ordinaire, si ce morceau de bois est pris entre la soupape et son siége, il tiendra cette soupape ouverte, et l'appareil ne fonctionnera plus, et peut-être éprouvera des dommages graves. Mais avec les petites balles, un morceau de bois ainsi engagé ne peut laisser ouverte ou suspendue qu'une seule balle sur 56, ce qui est une fraction centésimale si petite de l'ouverture totale, que le conducteur de la machine s'apercevra à peine qu'il y a diminution de produit par une fuite, et dans tous les cas, il n'y aura pas d'avarie bien grave.

En second lieu, les balles ayant exactement le même poids spécifique que l'eau, flottent et se soulèvent immédiatement au moment où le courant devient en leur faveur, tandis que dans toutes les autres soupapes, il faut, indépendamment de la colonne d'eau qui doit être soulevée, lever encore le poids d'une soupape pesante en métal, et le tenir suspendu pendant tout le temps de la course. C'est ce qu'on

a expérimenté d'une manière pratique à Hull, où l'application de la nouvelle soupape a permis, comme on l'a vu, de soulager la machine à vapeur d'une charge assez considérable. Avec des soupapes plus grandes, qui pèsent quelquefois 250 ou 300 kilogrammes chacune, ce point devient d'une plus grande importance encore.

D'un autre côté, tandis que l'aire de l'ouverture de décharge peut être rendue parfaitement égale à la section du piston plein, l'aire exposée à l'action du choc lors de la fermeture de la soupape, est réduite à la plus petite limite possible, puisque dans la pratique elle se borne à la force qui presse sur une des balles, la dernière qui se forme, c'est-à-dire à 1/56 seulement de l'aire totale de la surface battante. Cet effet est dû à cette circonstance que les balles ne se soulèvent pas toutes à la même hauteur au-dessus de leurs sièges, et par conséquent, comme la force du courant agit sur chacune d'elles individuellement, lorsque le mouvement cesse, elles se ferment suivant la hauteur d'où elles doivent tomber, et il existe une communication entre l'eau sur les faces supérieure et inférieure de la soupape jusqu'à la fermeture absolue de la dernière balle. Le résultat est que, malgré que la différence en temps entre la chute des diverses balles soit excessivement petite, elle suffit cependant pour prévenir le choc aussi pratiquement que la chose est possible.

Enfin les soupapes construites d'après ce plan sont faciles à réparer. Il suffit pour cela d'avoir quelques balles de gutta-percha de rechange, toutes prêtes à être insérées à la place de celles qui peuvent être détériorées par accident. Quant à ces dernières, après avoir été chauffées et moulées de nouveau dans un moule qu'on conserve à cet effet, elles sont aussi bonnes que si elles étaient neuves.

Nous avons fait représenter dans les figures 194 et 195 la coupe et le plan de la soupape de M. W. Hosking, où l'idée d'établir quatre étages et de diviser ensuite chaque étage en un certain nombre de passages ayant chacun leur organe de fermeture, nous semble fort heureuse.

§ 7. POMPE CARRÉE.

La figure 3 représente une pompe de cette espèce; le tube ou corps de pompe se compose de quatre planches clouées par leurs arêtes de manière à former un prisme quadrangulaire droit. La tige P du piston est une cinquième planche mobile, qui est destinée à fonctionner suivant une des deux

diagonales du prisme, et semblablement à celle des pompes ordinaires, c'est-à-dire de bas en haut et de haut en bas. Pour concourir à cet effet, on abat les arêtes de cette cinquième planche, de manière à donner à son épaisseur et à ses deux tranches une nouvelle figure angulaire, telle qu'elle est nécessaire pour que cette planche puisse jouer librement et sans pouvoir s'en écarter dans la diagonale également angulaire du prisme. En outre, cette cinquième planche est garnie d'abord de plusieurs ouvertures, telles que I, I, I, destinées à établir communication entre les deux parties du prisme qu'elle divise, et ensuite à son extrémité inférieure de deux triangles rectangles établis à charnières par un de leurs côtés, et contre chaque face de cette même planche, ici en XZ.

Mais ces triangles rectangles, dont les fonctions sont de servir de soupapes, ne doivent pas être susceptibles de s'abaisser au-dessous de l'horizontale, et à cet effet chaque sommet est attaché à une ficelle qui s'arrête d'autre part en *O* à la planche.

Le corps de pompe porte aussi un dégorgeoir en D et un clapet en C destiné à remplir les mêmes fonctions que ceux des pompes ordinaires. Ce clapet est une simple planche carrée installée à charnière comme les triangles de la tige au moyen d'une lanière de cuir, et comme eux aussi arrêté dans la position horizontale par un taquet T cloué à la face opposée du prisme. La puissance motrice s'applique en P, à l'extrémité supérieure de la tige.

Il résulte de cette construction que, la pompe étant déjà pleine d'eau, si on fait mouvoir la tige de bas en haut, les clapets, par l'impulsion même du liquide, prendront la position horizontale, enlèveront toute l'eau supérieure, tandis que C s'élèvera pour remplir le manque d'eau, qui est la suite de ce premier mouvement.

Dans le mouvement contraire, C se ferme, et les deux triangles, dont S et S' sont les sommets, s'appliquent de chaque côté de la planche; celle-ci peut donc obéir à un mouvement auquel rien ne s'oppose. Ensuite l'opération de bas en haut ayant lieu de nouveau, une nouvelle ascension du liquide en sera aussi la conséquence.

Cette forme quadrangulaire des pompes, facile à obtenir dans un danger imminent, offre des avantages aux navigateurs : nous n'en avons fait mention que par cela même; car on voit bien, comme nous l'avons déjà dit, qu'elle ne satisfait pas tout-à-fait aux mêmes conditions que les tubes cy-

lindriques, en ce que les pistons, relativement à leurs superficies, présenteront un plus grand contour du frottement (1).

§ 8. POMPE CYLINDRIQUE.

Mais la figure cylindrique s'accorde mieux avec la grande résistance à laquelle les pompes sont quelquefois dans le cas d'être appliquées; car il est bien évident que cette dernière forme est celle que prendrait tout prisme polygonal dont les faces seraient élastiques, et dans lesquelles des forces égales, uniformément distribuées, agiraient toutes de dedans en dehors.

Les pompes dont nous venons de parler sont appelées *pompes aspirantes*; et comme la plupart des défauts dont elles peuvent être frappées sont aussi ceux qui affectent le plus ordinairement toutes les autres machines semblables, de quelque espèce qu'elles soient, nous allons immédiatement en dire un mot.

Les corps de pompes peuvent être en bois; ils peuvent être entièrement en métal, ou seulement se composer d'un corps de pompe en bois, mais qui contient dans la partie intérieure, qui sert de course au piston, un étui en métal destiné à lui fournir le frottement.

La partie qui demande le plus de soin, quant à l'exécution, est celle que doit parcourir le piston; et si le reste du tube peut être affecté d'une forme quelconque, il est nécessaire cependant à la régularité des fonctions de la pompe qu'il n'y existe aucune fissure qui puisse donner accès le moindrement possible à l'air extérieur. Ces défauts, qui sont ordinairement attachés aux nœuds que contiennent les corps de pompes en bois, sont préjudiciables, surtout lorsqu'ils se trouvent dans la partie sous-jacente que ne parcourent pas les pistons, et beaucoup plus encore lorsque la pompe aspire l'eau à de grandes limites, telles que $9^{m}.10$ ou $9^{m}.42$.

Nous rappellerons ici ce que nous avons déjà dit plus haut relativement au baromètre à eau et à mercure, c'est-à-dire que le même accident atmosphérique qui ferait descendre le mercure dans un baromètre ferait aussi descendre l'eau dans son tube correspondant; et comme la pesanteur de l'air, relativement au baromètre ordinaire, a varié quelquefois de-

(1) On remarquera cependant que dans le mouvement descendant du piston, le frottement des clapets triangulaires est annulé, puisqu'ils s'appliquent contre la planche; c'est un avantage notable dont il faut tenir compte.

puis 70 jusqu'à 80 centimètres, ce qui constitue une différence de 90 millimètres, mettons 81 millimètres, que chaque 27 millimètres de mercure correspondent à peu près à 38 centimètres d'eau dans le tube d'eau, il s'ensuit qu'un piston qui agirait à 9m.75 de hauteur pourrait, dans quelque cas, ne pas remplir son effet sans qu'on puisse l'imputer à un défaut quelconque de la part de l'appareil.

Dans ce cas, comme nous l'avons déja dit, on doit baisser la course du piston de manière à ce qu'il agisse toujours en dessous de la plus petite limite possible, c'est-à-dire en dessous de 10m.40, moins trois fois 38 centimètres, ou 9m.25, et on retranchera encore quelques décimètres pour les défauts des ajustages des pistons, qui, on le sait, ne sauraient remplir tout-à-fait les mêmes conditions qu'un tube bouché par en haut.

Un défaut des pompes, dont le moindre inconvénient est de dépenser une grande somme de puissance sans effet utile, est celui pour lequel on n'a pas observé la loi de la presse hydraulique de Pascal.

Si on remplit d'eau un vase tel que C D A B, fig. 4, jusqu'à ce qu'elle effleure l'ouverture en C, la pression éprouvée par la base A B sera égale au produit de la surface de cette base par la pesanteur d'une colonne égale à C K ; c'est-à-dire que la force qui agit suivant C K se produira autant de fois sur les parois intérieures de la capacité que la surface d'une section du petit tube C D y sera contenue. Pour A B, il supportera la partie de cette somme de pression, qui est relative à cette superficie.

Cette propriété a été mise à profit, fig. 4 *bis*, dans les arts et dans plusieurs circonstances particulières, pour obtenir de très-grands effets de puissance ; mais alors il faut que les résistances à vaincre ne soient pas sujettes à céder beaucoup ; car, dans ce dernier cas, il faudrait faire agir assez longtemps la pompe foulante qu'on adapte ordinairement au tube C D, afin qu'elle puisse alimenter en quantité convenable la capacité inférieure. On conçoit que l'effet d'un léger déplacement de la surface A B serait d'augmenter considérablement la capacité du vase, et qu'alors, étant obligé de combler le déficit d'eau qui en résulterait, on gagnerait en force ce qu'on perdrait en vitesse et en temps.

Le contraire a lieu si on renverse le problème, c'est-à-dire que le tube C plongeant dans l'eau, si on agit sur le piston A B F G pour élever le liquide par un mouvement d'aspiration, on sera dans le cas de consommer une grande puissance sans effet utile, puisque, dans ce cas, on ne saurait élever une plus grande quantité d'eau que celle que les tubes C D peuvent conduire.

Dans le cas de notre figure, la puissance employée (abstraction faite des frottements) sera égale à autant de fois la pesanteur de la colonne d'eau, dont la pesanteur est égale à CK, que la base du petit tube CD sera contenue sur la surface du grand piston AB.

Ainsi donc, la forme de pompe dessinée fig. 6 est défectueuse, parce qu'on agit sur une grande masse d'eau pour n'en élever qu'une portion ; qu'ainsi la puissance à employer doit être plus grande ; enfin, parce qu'un plus grand piston donne également lieu à un plus grand frottement.

Il vaudrait infiniment mieux élargir le tube inférieur d'aspiration, qui ne saurait jamais être vide lorsqu'il est en dessous des limites voulues, diminuer le diamètre de la partie du tube qui sert de course au piston ; dans ces cas, on agira toujours sur la portion d'eau qu'on doit élever.

Le principe sur lequel repose la presse hydraulique peut s'appliquer non-seulement aux pompes dont nous venons de parler, mais encore aux tubes qui servent à la conduite des eaux. Ainsi, il serait évidemment défectueux de les étrangler au sommet lorsqu'il n'est pas utile de se procurer un jet d'eau quelconque.

Il suit aussi des lois de la presse hydraulique qu'un tube de conduit vertical, quand l'eau est arrêtée dans sa capacité intérieure, éprouve d'abord, au point d'arrêt, une pression égale à la base de la colonne d'eau multipliée par sa hauteur, et ensuite sur chaque élément de la partie latérale du tube, une pression égale à cette même base par la hauteur de la colonne prise à partir de ce point. Il est donc nécessaire que les tubes soient plus résistants à mesure qu'ils s'abaissent au-dessous des réservoirs.

§ 9. PISTONS A SOUPAPE.

La figure 6 représente la forme des pistons à soupape qu'on adapte ordinairement à l'extrémité des tiges qui leur communiquent le mouvement et la puissance nécessaires. Cette tige, soit en bois, soit en métal, se divise en deux branches AB et A'B', qui vont se fixer en forme de fourche sur les parties correspondantes et diamétralement opposées de la heuse ; elles traversent son épaisseur et vont s'arrêter en dessous, au moyen de boulons ou de toute autre manière. Leur disposition doit être telle, qu'elles ne puissent gêner en rien le mouvement des clapets, dont la charnière commune est dirigée suivant BB'.

Ces deux clapets ou soupapes, tout en s'ouvrant de façon

à laisser un libre passage au liquide par l'ouverture de la heuse, ne doivent pas être susceptibles de prendre une position tout-à-fait verticale ; car, dans le cas où la tige remonte, aucune impulsion de la part du liquide ne les solliciterait à prendre la position horizontale, c'est-à-dire à fermer, comme cela doit être, l'ouverture de la heuse ou du piston. On leur applique ordinairement des surfaces de cuir, comme aussi à l'entour de la heuse en F G et F′ G′ ; mais ces garnitures de cuir, avantageuses lorsqu'on agit sur de l'eau froide, ne peuvent soutenir les effets de la chaleur lorsque les pompes sont destinées à élever des eaux chaudes.

Dans ce cas les pistons et leurs soupapes sont fabriqués tout en métal, et le plus ordinairement en laiton ou en cuivre jaune. La figure 7 représente la coupe d'un semblable piston. BB' est le massif circulaire, cylindrique et ouvert coniquement, destiné à agir sur le liquide ; S P Z X M est la soupape, également de métal, dont la tige ZX circule dans une ouverture circulaire comme elle, pratiquée à la barre transversale R T ; le mouvement ascendant et descendant de cette soupape est réglé et limité d'abord par le bouton M, qui fait partie de la petite tige Z X, et ensuite par la soupape même S P : le premier, en s'appuyant sur la traverse R T ; la seconde, en s'appuyant sur le contour semblablement conique de l'ouverture supérieure pratiquée au piston. Le mouvement de la soupape et de la tige est un mouvement perpendiculaire ; et on obtient, relativement à la soupape et à l'ouverture conique de la heuse, leur superposition intime par l'opération du rodage et du tour.

Le piston, tel qu'il est dessiné dans la planche, est vu dans le cas où il est animé d'un mouvement descendant : aussi la soupape est soulevée, et laisse le liquide libre de s'écouler suivant la direction des flèches tracées dans la figure.

Cette forme de piston et de soupape ne fournit pas au liquide une issue aussi libre que celle que nous avons indiquée plus haut, mais elle convient parfaitement pour les liquides chauds auxquels on applique quelquefois les pompes.

§ 10. ÉTUIS MÉTALLIQUES.

Les étuis métalliques qui servent de course aux pistons, les pistons eux-mêmes, sont affectés de formes semblables et régulières, par l'opération du rodage et du tour. Lorsque ces étuis ont été alésés, on fait circuler dans leur canal intérieur des cylindres calibrés et enduits de poussières corrodantes, telles que l'émeri et la pierre ponce pilée ; on parvient ainsi

à leur donner une figure tellement régulière, que les pistons, qui ont été calibrés dans les étuis mêmes, deviennent capables, sans garniture de cuir, d'agir immédiatement sur l'eau qu'on veut élever.

Nous avons dit que les soupapes en métal, et la partie conique des heuses qui doit les recevoir, s'obtiennent semblables dans les surfaces qui doivent se superposer, par la même opération du rodage ; cette opération consiste à appuyer l'une contre l'autre les deux pièces qui doivent se superposer, à affecter à l'une d'elles, au moyen du tour, un mouvement de rotation rapide, tandis qu'on interpose des poussières humectées et plus ou moins corrodantes, suivant qu'on arrive plus ou moins vite à la forme définitive et convenable. De cette manière on parvient à enlever toutes les aspérités ou défauts qui ont échappé au burin du tourneur, ou que son adresse, d'ailleurs, ne saurait prévoir rigoureusement.

Toutefois, dans la fabrication des pompes en métal, on doit éviter de faire entrer dans leur mécanisme des pièces de métal d'espèce différente, parce qu'il en résulte des effets galvaniques qui donnent lieu à une plus ou moins grande production de rouille ou d'oxyde.

Ces effets du galvanisme, comme on sait, reposent sur l'action réciproque que produisent deux métaux qui se touchent, et qui alors s'électrisent différemment. Dans les pompes, cette action devient d'autant plus énergique, qu'elle est aiguisée par le contact de l'eau, très favorable au développement de l'électricité. Le cuivre, en contact avec le fer, acquiert l'électricité négative, et attire l'hydrogène de l'eau, tandis que le fer acquiert l'électricité positive, attire son oxygène, brûle le métal, en donnant lieu à une plus ou moins grande production d'oxyde.

Les pompes que nous avons décrites plus haut sont des pompes aspirantes ; elles sont de plus intermittentes, car l'élévation de l'eau est suspendue dans le moment où le piston descendant n'imprime au liquide aucune impulsion capable de le faire monter dans le tube. Toutefois, on détruit cette intermittence, en réunissant le jeu de deux corps de pompes semblables, et en leur affectant un dégorgeoir commun.

§ 11. POMPES ASPIRANTES SANS INTERMITTENCE.

Fig. 8, A C B est une bringuebale dont l'axe de mouvement est en C ; les deux tiges des pistons sont adaptées, d'une part, en A et E, à la bringuebale, de l'autre en D et E, à chacune des heuses. La manière dont les pistons sont adap-

tés aux tiges doit être telle, qu'ils puissent obéir au mouvement oblique suivant lequel les tiges sont susceptibles de se diriger dans leurs fonctions alternatives.

La force motrice s'applique en P, et on conçoit par la seule inspection de la figure, comment le mouvement ascendant d'un piston correspond au mouvement descendant de l'autre.

HH′ est un tube de communication destiné à recevoir l'eau élevée dans chacun des corps de pompe; cette eau se trouve ensuite entraînée par le dégorgeoir commun R.

Il résulte de cette disposition que, quand la puissance P agira de bas en haut, l'eau montera dans le corps de pompe correspondant à la tige qui s'appuie en B, tandis que dans l'autre tube le liquide restera stationnaire. Après cela, dès que le mouvement aura changé de direction, le contraire aura lieu, c'est-à-dire que l'eau s'élèvera dans le corps de pompe, dont la tige du piston est fixée en A, tandis qu'elle restera stationnaire dans l'autre.

Les clapets de la figure 8 ont été dessinés dans une position qui convient à la puissance quand elle agit de bas en haut.

Par cette installation, on prévient les intermittences que nous avons indiquées, mais on n'obvie pas à celles qui sont dues au temps employé pour changer la direction du mouvement alternativement.

Nous répétons que, quoique l'effet aspirateur de ces pompes soit limité à 10m.40, en prolongeant les tiges de pistons de manière que ces derniers agissent en dessous de cette hauteur, on pourra élever l'eau beaucoup plus haut, toutefois en consommant une puissance relative à la pesanteur de la colonne d'eau inférieure et supérieure au piston; car dans l'estimation de la force à appliquer, on doit avoir égard à ces deux quantités qui doivent s'ajouter à celle qu'il est nécessaire de dépenser pour vaincre le frottement du piston.

§ 12. POMPES ASPIRANTES ET FOULANTES.

La figure 9 représente une pompe aspirante par en bas, foulante par en haut. Pour obtenir un effet semblable, on bouche hermétiquement l'ouverture supérieure du corps de pompe, de manière cependant à laisser passer la tige du piston. L'ouverture du fond et la tige du piston sont calibrées l'une par l'autre, de manière aussi à ne point donner issue au liquide qui sera dans le cas d'être refoulé contre le fond supérieur; ce fond, en outre, est garni d'un étui, afin

que le frottement de la tige ne soit pas borné à sa seule épaisseur.

A F G est un tube d'élévation garni en A d'une soupape, en F d'un réservoir à air. Lorsque l'eau est sollicitée à descendre, la soupape A se forme par la seule pression du liquide, tandis qu'elle s'ouvre quand la pression de l'eau arrivant du corps de pompe est plus puissante.

Dans le cas représenté par la figure 9, le piston agit de bas en haut; le clapet en O s'ouvre, tandis que le piston P refoule, par le tube A, l'eau qui se trouve en dessus de lui.

Cette eau arrive dans le réservoir R R, comprime l'air contenu dans cette capacité, et quand le ressort de l'air peut faire équilibre à la pression de la colonne liquide du tube d'ascension, si on continue d'agir sur le piston, l'eau s'écoulera par l'extrémité supérieure de ce tube.

L'élasticité de l'air contenu dans la capacité R B est mise à profit pour remplir les moments d'alternative du piston, car on voit bien que quand ce dernier agit de haut en bas, le liquide inférieur du corps de pompe reste stationnaire; c'est alors que l'air comprimé réagit sur l'eau contenue en R R, et l'oblige à se refouler par G.

Cette pompe, pour fonctionner par aspiration, est subordonnée aux mêmes lois qui règlent le jeu des autres pompes dont nous avons déjà parlé. Quant au refoulement, il peut être indéfini, et sera proportionné à la force motrice employée, si on a soin d'éviter les effets de la presse hydraulique, qui ne conviendront que dans le cas où on voudrait la faire servir à un incendie.

Mais l'efficacité du jeu de cette pompe dépend beaucoup de la manière dont la tige du piston est ajustée dans l'ouverture du fond et dans son étui; la rigueur obligée de cet ajustage donne également lieu à une augmentation considérable de frottement qu'on a cherché à prévoir par l'installation suivante.

Fig. 10, MM est un corps de pompe dans lequel fonctionne sans soupape le piston B, qui est censé mu par une puissance extérieure. A la partie inférieure de ce corps de pompe est adaptée une soupape D, destinée à s'élever et à s'abaisser dans les moments convenables, c'est-à-dire à s'élever quand le piston remonte, et qu'il est alors nécessaire que l'eau entre dans le corps de pompe; secondement, à s'abaisser quand ce même piston descend, et qu'elle doit se refouler en A par le tube d'ascension.

Comme l'autre pompe dont nous avons parlé plus haut, le tube de refoulement est muni, en A, d'une soupape, et

en RR, d'un réservoir destiné à prévoir les moments d'alternative pendant lesquels l'eau reste stationnaire dans le corps de pompe.

Supposons au piston un mouvement descendant, et que le corps de pompe soit plein d'eau, cette eau sera refoulée par en bas, agira sur la soupape D pour la fermer, et en même temps sur A pour l'ouvrir; ensuite cette eau s'échappera par G, lorsque l'air contenu dans le récipient RR sera suffisamment comprimé

Cette pompe, malgré l'effet du réservoir, sera encore affectée, comme l'autre, de quelques intermittences; mais elle offre cet avantage appréciable qu'avec le frottement de la tige de moins, le piston n'a pas besoin de soupape pour fonctionner.

Mais les intermittences dont nous venons de parler sont presque entièrement prévues par la réunion de deux systèmes semblables.

§ 13. POMPE A SOUFFLET.

Elle se compose d'un corps de pompe, d'un siphon, d'un balancier qui tourne autour d'un point fixé au milieu de sa longueur sur un fort support, et enfin d'une presse hydrostatique.

Cette pompe est d'une telle force, qu'elle peut faire monter par une ascension constante, oblique ou verticale, un volume d'eau de 16 centimètres de diamètre à la hauteur des édifices les plus élevés, même des montagnes ordinaires, à l'aide d'un soufflet qu'on peut y adapter. Le mécanisme est établi de manière qu'un homme faisant un effort de 50 kilogrammes sur un piston, fait éprouver à l'eau une pression de 500 kilogrammes, et que le balancier produit lui-même une pression de 50,000 kilogrammes.

§ 14. POMPES ASPIRANTES ET FOULANTES POUR LE SERVICE DES INCENDIES.

Fig. 11 et 12, AB et A' B' sont deux corps de pompes aspirantes et foulantes, semblables à ceux dons nous venons de donner la description; PP' est la bringuebale commune aux deux tiges TI, T' I'. Ces deux tiges sont établies sur la bringuebale et sur chacun des pistons, par articulations, de manière à pouvoir obéir aux diverses positions obliques qu'elles sont susceptibles d'occuper relativement à chacune des parties correspondantes.

BB sont deux soupapes appliquées sur l'ouverture qui

fournit passage à l'eau dans chacun des corps de pompes. SS sont des soupapes semblables, qui servent à livrer également passage au liquide, dans le réservoir à air R, D, ouverture circulaire garnie d'un pas de vis pour recevoir l'écrou de la manche en cuir. O, point d'appui de la bringuebale.

La puissance s'applique en P et P', au moyen de bâtons qu'on enfonce dans les extrémités de la bringuebale.

Dans le cas de la figure 11, la force motrice agit comme les flèches; la capacité A' B' est pleine d'eau, et le piston correspondant tend à s'abaisser et à refouler le liquide par S. Dans ce même moment, l'autre piston remonte, et la capacité correspondante se remplit d'eau par B. On voit ensuite que les soupapes sont ouvertes ou fermées, suivant le mouvement que nous venons de détailler.

Tout ce système de pièces s'enferme ordinairement dans une autre capacité (fig. 12 et 13), et c'est dans l'intervalle qui les sépare qu'on verse l'eau qui doit alimenter l'appareil. D'ailleurs, les fonds sont garnis d'une surface métallique percée de trous assez petits, tels que des corps étrangers capables d'engorger le jeu des pistons ou des soupapes ne puissent s'y introduire.

Le jeu des pompes à incendie repose sur les principes de la presse hydraulique de Pascal, c'est-à-dire qu'on agit sur une grande masse d'eau pour n'en élever qu'une portion. Le même effet pourrait encore avoir lieu en augmentant en vitesse le jeu de la bringuebale : on obtiendrait ainsi ce que l'on ne consommerait pas en force; toutefois, relativement à la dépense de puissance et de vitesse, l'effet serait tout-à-fait équivalent.

Nous décrirons par la suite la pompe à incendie du corps des pompiers de Paris, et les différents appareils qui s'y rattachent.

§ 15. POMPE FOULANTE PAR EN BAS.

Fig. 14. AB, corps de pompe; R, soupape du piston P : ce piston est mis en mouvement par le moyen d'une tige doublement coudée, et qui, après avoir suivi à l'extérieur une direction parallèle au corps de pompe, s'enfonce ensuite par dessous.

S, soupape fixée au-delà de la course du piston P.

La figure représente le piston dans un mouvement descendant; la soupape R s'ouvre pour laisser passer le liquide, tandis que S se ferme par l'effet de la pression supérieure : dans ce mouvement l'eau reste stationnaire; mais quand le

piston P remontera, sa soupape se fermera, et S s'ouvrira par la pression de l'eau refoulée par le piston.

L'effet refoulant de cette pompe, tant que la soupape S sera placée en dessous de 10m.40 environ, sera indépendant de la pression atmosphérique. On conçoit bien que, dans le cas contraire, c'est-à-dire en supposant S placé à 12m.994, par exemple, la colonne d'eau ne ferait qu'osciller dans le tube, tantôt en dessus, tantôt en dessous de 10m.40.

Cette pompe, comme on le voit déjà, demande de la part du réservoir une profondeur telle que le coude de la tige puisse s'abaisser librement.

§ 16. POMPE ASPIRANTE PAR EN HAUT, FOULANTE PAR EN BAS.

Fig. 15. A, piston aspirateur; B, piston refoulant; C, soupape : elle peut se supprimer; P I U, bringuebale commune; I, *point d'appui*.

Les pistons se meuvent toujours en sens inverse; dans le cas de la figure, P agissant de haut en bas, A remonte, sa soupape se ferme, élève l'eau supérieure, et même aspire l'inférieure; tandis que B s'abaisse, et la soupape, en s'ouvrant, seconde ce mouvement. Dans le cas où P, rendu au bas de sa course, agirait ensuite de bas en haut, B refoulerait l'eau, la soupape de A s'ouvrirait pour la laisser passer.

Dans tous ces mouvements, la soupape C est restée ouverte, puisque l'action était continuelle : ainsi on peut la supprimer sans inconvénient.

Cette machine n'est point affectée d'intermittence, et peut remplacer avantageusement la pompe qui est dessinée (fig. 8); elle peut aussi s'établir horizontalement suivant les localités.

§ 17. AUTRE ESPÈCE DE POMPE A DOUBLE EFFET.

Dans la figure 16 on a dessiné une pompe à double effet qu'on applique ordinairement aux condenseurs des machines à vapeur, mais qui, pouvant s'adapter à plusieurs autres objets, peut aussi ne pas être indifférente aux industriels.

A, B sont deux soupapes destinées à s'ouvrir par l'effet d'une pression extérieure; C en est une troisième qui remplit deux fonctions à la fois.

La machine est censée entourée d'eau, et le tube d'ascension R se projeter en dessus dans un niveau du liquide. Dans ce cas représenté par la figure, le piston descend; par consé-

quent R est fermé, A est ouvert, et la soupape C a une position convenable pour favoriser l'écoulemeut du liquide par R. Dans le mouvement ascendant du piston les trois soupapes changent de position.

§ 18. POMPE DITE ROYALE.

La figure 17 représente cette pompe; elle se compose d'un seul tube principal ou corps de pompe dans lequel glissent deux pistons AB. A cet effet, le piston A (fig. 19) est percé de deux ouvertures : l'une sert à y fixer solidement sa tige propre, l'autre à donner passage à celle du piston inférieur.

Les deux pistons sont armés de deux clapets (fig. 19 et 20), et leurs deux tiges sont mises en jeu par la pièce T T', dont l'axe du mouvement est en X.

Mais, comme dans leurs mouvements alternatifs ces deux tiges ne suivent pas tout-à-fait une direction parallèle, elles ont été fabriquées de manière à porter une articulation en O O'; de plus une pièce P P' fixée à l'une des deux tiges sert de coulisse à l'autre et règle les deux courses.

Il résulte de cette construction que les deux parties inférieures des tiges en dessous de O O' peuvent suivre une direction parallèle, tandis que les articulations O O' T T' permettront aux autres fractions de tiges de suivre, comme dans la pompe (fig. 11), le mouvement oblique résultant de la plus ou moins grande inclinaison de la pièce P P' ou de celle T T (fig. 17).

Le corps de pompe est en outre garni d'une chopine à soupape en K, mais dans les fonctions de cette machine les deux clapets restent continuellement ouverts ; cette pièce n'est utile qu'en ce qu'elle concourt à maintenir la pompe allumée.

Cette pompe est mise en jeu par un châssis composé de plusieurs barres de fer et d'un axe (fig. 18), qui d'une part est fixé à carré sur la pièce T T, sur les deux autres barres R R et R' , et qui, d'un autre côté, peut osciller en X et X' sur les deux appuis ou supports M et M'.

Les hommes destinés à mettre cette pompe en jeu sont placés, soit en dedans, soit en dehors des deux barres F et F', agissant sur elles par un mouvement alternatif, et cette disposition convient parfaitement aux localités des navires auxquels ces pompes sont ordinairement adaptées.

L'ascension de l'eau dans cette pompe est continuelle ; mais nous ne saurions approuver les motifs pour lesquels ces corps de pompes ont été jusqu'à présent resserrés par en bas. Cette défectuosité de construction reproduit les dépenses

inutiles de puissances que nous avons signalées, relativement à l'effet de la presse hydraulique, et sont préjudiciables, surtout à bord des bâtiments, où on doit avoir en vue, principalement, d'économiser les forces des matelots.

§ 19. POMPE ASPIRANTE ET FOULANTE SANS PISTON.

Fig. 21. S S', corps de pompe en métal fermé hermétiquement par le fond XZ. Ce fond porte une ouverture telle que le cylindre AM puisse y circuler librement, sans toutefois laisser passage au liquide. Ce cylindre est mis en fonction par une force extérieure qu'on applique en H; F est le tube nourricier qui plonge dans le liquide qu'on veut élever; R est le tube éjecteur; D et E sont des boules métalliques destinées à servir de soupapes. Leur jeu est limité par des excédants de métal, ménagés dans l'intérieur des tubes correspondants.

Dans le cas où le cylindre AM s'élève, il laisse derrière lui un vide qui est obligé de se remplir. A cet effet la soupape E s'élève, et le liquide arrive par E, tandis que D s'abaisse et bouche le tube éjecteur.

Dans le cas contraire, c'est-à-dire lorsque le cylindre AM s'abaisse, le tube S S' est plein, et le trop plein s'écoule alors par E en pressant, d'une part, la soupape E de manière à boucher le tube nourricier, et de l'autre la soupape D, afin de déboucher le tube éjecteur R.

Cette pompe, dont toutes les parties sont en métal, s'applique ordinairement aux machines à vapeur; elle sert à alimenter la chaudière ou le condenseur.

§ 20. POMPE ASPIRANTE ET FOULANTE PAR EN HAUT ET PAR EN BAS, ET A UN SEUL TUBE.

Fig. 70. MM' est un corps de pompe dans lequel circule de haut en bas et de bas en haut le piston dont BP est la tige; C et D sont des boîtes destinées à contenir deux soupapes chacune.

Dans chaque boîte une de ces soupapes sert au tube d'aspiration, tandis que l'autre sert au tube de refoulement.

R est le tube de refoulement, S le tube d'aspiration; un tube coudé et latéral part de chacune des deux boîtes, et va rejoindre l'un et l'autre tube en dehors des boîtes à étoupes.

Dans le cas de la figure, on suppose que la puissance agit de bas en haut, comme l'indique la flèche. Le tube S est également supposé plonger dans un puits. Alors l'eau s'in-

troduit par S, en soulevant la soupape qui est en dessous de C, tandis que la soupape du tube latéral T, qui est placée en dessous de D, s'applique contre l'ouverture sous-jacente ; elle empêche ainsi l'air de se faire issue par C dans le corps de pompe, ou bien encore l'eau, si l'appareil est déjà plein d'eau ; cette eau reste suspendue dans le tube T, sans gêner en rien l'ascension de la colonne d'eau aspirée par S.

Dans le mouvement descendant du piston, toutes les soupapes changent de position ; celles qui étaient ouvertes se ferment ; celles qui étaient fermées s'ouvrent. L'eau qui est en A se refoule par la soupape supérieure en dessus de C ; la soupape inférieure se bouche par la même pression.

Relativement à ce qui se passe en dessus du piston, l'eau est aspirée par le tube T, et les deux soupapes en D ont pris une position inverse à celle qui est marquée dans la figure, et qui ne convient qu'au mouvement précédent, c'est-à-dire de bas en haut. Il suffit donc d'appliquer un mouvement alternatif à la tige du piston pour obtenir une ascension continuelle d'eau, limitée à 10m.40 quant à l'aspiration, et quant au refoulement proportionné à la force motrice employée.

Les clapets se remplacent aussi par des sphères creuses qui remplissent le même objet. Alors, comme dans le bélier hydraulique, leur place et leur chemin se trouvent réglés par des muselières semblables à celles qui sont relatives à cette dernière machine.

Lorsque le tube de refoulement R est très-élevé, on adapte dans l'intérieur du tube plusieurs soupapes, afin que l'effort général ne soit pas supporté par une seule à la fois.

§ 21. POMPE PORTATIVE SANS PISTON ET A MANIVELLE, PAR MM. ROLLÉ ET SCHWILGUÉ.

Cette pompe est renfermée dans une caisse en bois ayant la forme d'une hotte, laquelle, construite en douves et cerclée en fer, se trouve munie de deux bretelles servant à la porter sur le dos, et de deux poignées pour faciliter son développement.

Au lieu de bois, on peut construire la caisse en fer-blanc, en cuivre ou en tout autre métal convenable.

La manœuvre de la pompe se fait à l'aide d'une manivelle qu'on tourne constamment dans le même sens ; en la tournant dans le sens opposé, la poignée de cette manivelle se replie d'un demi-tour et se trouve hors de prise ; ainsi repliée, la pompe n'occupe que le moindre emplacement possible.

L'arbre de la manivelle porte un excentrique qui fait agir une bielle.

Deux rondelles métalliques fixées à la partie inférieure de cette bielle maintiennent entre elles un disque métallique composé de caoutchouc ou de cuir, ou à la fois de ces deux substances, de manière à former un corps souple et résistant.

Le contour de ce disque est fortement appliqué contre le bord d'une cuvette, au moyen d'un anneau et de vis, de telle sorte que, lorsque la bielle se trouve dans sa course supérieure, le dique prend la forme d'un cône tronqué dont la petite base est au-dessus de la grande, et qu'au contraire, lorsque la bielle a atteint sa course inférieure, le cône tronqué présente sa petite base au-dessous de l'autre.

Le changement de forme produit l'aspiration et le refoulement de l'eau; car, lorsque la bielle monte, la capacité augmente et l'aspiration a lieu, tandis que, lorsque la bielle descend, la capacité diminue, et l'eau qui y est contenue se trouve refoulée dans le récipient d'air.

Le récipient est fixé sur un plateau qui fait partie de la cuvette et qui porte un clapet ou soupape.

Un second clapet d'aspiration se trouve établi sur le côté de la cuvette, et un crible pratiqué extérieurement à ce clapet empêche les corps étrangers de s'y introduire.

Le récipient d'air est traversé par un tuyau ayant la hauteur de la caisse et portant une boîte à vis pour recevoir l'extrémité d'un boyau en cuir qui porte, à son extrémité, la lance servant à diriger l'eau.

Au lieu d'un boyau terminé par une lance, on peut placer une lance à articulation, à l'effet de donner au jet d'eau la direction fixe que l'on désire, sans être obligé de tenir la lance avec la main.

Par une légère modification, on peut faire aspirer à cette pompe l'eau du dehors, en pratiquant à la cuvette un robinet qui interceptera la communication ordinaire et en établira une autre avec un tuyau assez élevé pour y visser le boyau d'aspiration.

Le manche de ce robinet se trouvera au haut de la caisse, à l'effet d'être manié facilement,

Une pompe avec une caisse en bois, construite d'après les dimensions du dessin, pèse, étant vide, 26 kilogrammes; elle a une capacité de 80 litres, et lance, par minute, 30 litres à une distance de 10 à 12 mètres.

Un homme de force moyenne peut la manœuvrer avec facilité; il peut également la transporter en montant un escalier

quelconque ou une échelle, et l'introduire dans le moindre réduit où son secours serait nécessaire en cas d'incendie.

Cette pompe est, sans contredit, la plus simple de toutes celles établies jusqu'à ce jour, tant sous le rapport de la légèreté et, conséquemment, de la facilité de son transport, que sous celui de sa manœuvre ; elle a, de plus, l'avantage d'être d'un service constamment sûr, n'étant pas sujette à des altérations.

Légende descriptive du dessin.

Fig. 196, pompe vue en perspective.
Fig. 197, coupe verticale suivant la ligne xy, fig. 198.
Fig. 198, coupe horizontale suivant la ligne $x'y'$, fig. 197.
Fig. 199, plan de la partie supérieure.
Les mêmes lettres indiquent les mêmes objets dans ces différentes figures.
A, caisse ou hotte cerclée.
B, bretelles.
C, poignées ou anses.
D, manivelle : elle est représentée dans une position détournée d'un demi-tour, fig. 199.
E, arbre de la manivelle avec son excentrique.
F, support dudit arbre boulonné au cercle supérieur de la hotte.
G, bielle.
a, disque fort et élastique.
b, anneau qui fixe le disque contre la cuvette.
c, *c'*, rondelles qui maintiennent ce disque.
d, cuvette.
e, plateau de la cuvette.
f, clapets.
g, tamis ou crible.
h, boulons qui fixent la cuvette contre le fond de la hotte.
ii', récipient d'air.
K, tuyau.
l, boites à vis.
m, boyau en cuir.
n, lance.

§ 22. POMPE ASPIRANTE ET FOULANTE, DE M. HARDY.

Cette pompe consiste en une sorte de boite en métal ayant la forme d'un secteur, et renfermant un diaphragme mobile à mouvement alternatif, faisant l'office de piston aspirant et refoulant alternativement.

Ce piston fait corps avec un axe en fer logé au sommet du secteur, c'est-à-dire au centre de la portion de cercle dont celui-ci est formé. Une boîte à étoupes, rapportée au dehors, empêche les rentrées d'air et les fuites pendant le mouvement alternatif imprimé à cet axe par la manivelle qui se monte à son extrémité.

L'une des parois latérales de la boîte en secteur, qui sert de corps de pompe, est munie d'un clapet d'aspiration et communique par un tuyau plongeur, avec le bassin ou le réservoir inférieur dans lequel il doit prendre l'eau à élever; et sur le piston lui-même, dont la garniture est très-simple, comme on le verra plus loin, est aussi adaptée une soupape qui donne passage à l'eau, à chaque coup, pour qu'elle puisse sortir par l'autre face opposée de la boîte, qui est également munie d'un clapet établissant la communication avec le tuyau d'échappement.

La figure 200 représente une vue de face extérieure de la pompe, toute fermée.

La figure 201 en est un plan horizontal vu en dessus.

La figure 202 est une section transversale faite par l'axe de la pompe, suivant la ligne 1-2.

Et la figure 203 en est une coupe verticale faite parallèlement à la vue de face, suivant la ligne 3-4.

On voit bien par ces figures que, comme je l'ai dit en commençant, cette pompe se compose d'une sorte de boîte en secteur formée de trois pièces, dont l'une, la première A, n'est autre qu'un châssis ouvert, de forme triangulaire, ayant sa base circulaire et son sommet situés au centre du cercle. Ce châssis est fermé sur les deux faces droites opposées, par des couvercles de même forme B et C, lesquels se fixent par des vis ou des boulons et sur les bords de la pièce principale A. L'un de ces couvercles, celui B, porte un stuffing-box D, pour le passage de l'arbre E, qu'il supporte, afin d'éviter les fuites ou les rentrées d'air. L'autre couvercle pourrait être établi de même, ou mieux, alésé seulement pour soutenir l'axe, et entièrement fermé, soit par une partie venue de fonte avec lui, soit par un bouchon ou une plaque rapportée F, qui y serait fixée solidement.

Sur les côtés latéraux du châssis sont adaptés, d'une part, à l'extérieur (fig. 203), un clapet G, dit de refoulement, renfermé dans une chapelle ou tubulure H, à laquelle on visse le tuyau qui doit s'élever dans le bassin ou le réservoir supérieur; et, d'un autre côté, à l'intérieur, le clapet d'aspiration I, fixé contre la paroi et formé, comme le premier, d'un simple cuir chargé d'une platine, en fer, en plomb, en zinc

ou en cuivre. A l'ouverture fermée par le second clapet s'applique le tuyau plongeur J, qui descend jusque dans le puits ou le réservoir inférieur.

Le piston ou le diaphragme mobile qui joue dans ce système de pompe est aussi d'une construction très-simple et très-économique. En effet, il se compose de deux palettes en tôle K, sondées ou fixées à l'axe E, et séparées par une plaque de métal L, ou simplement en bois, mais réunies par des rivets, des vis ou des boulons.

Sur les bords de ce piston sont ajustées des bandes de cuir, lesquelles, fortement pincées entre les palettes en tôle, lui servent de garnitures, en frottant contre les parois intérieures du corps de pompe, qu'il a suffi à cet effet de dresser simplement à la meule.

Vers la partie extrême de ce piston, en regard des clapets précédents, est rapportée la soupape rectangulaire M, dont la tige est retenue, tout en conservant le jeu nécessaire, par une clavette ou une goupille, dans la traverse ménagée à l'intérieur même de l'ouverture que cette soupape doit fermer.

Il est facile de comprendre, d'après cette disposition, comment l'appareil fonctionne. En mettant une manivelle sur le bout carré de l'axe E, pour lui imprimer un mouvement circulaire alternatif, on fait mouvoir le piston de la même manière; il en résulte que, par rapport à la position donnée à l'appareil (fig. 203), si ce piston marche de droite à gauche, il aspire en faisant le vide derrière lui, le clapet d'aspiration s'ouvre et donne entrée à l'eau qui vient du réservoir inférieur par le tuyau J, pour remplir tout le corps de pompe; puis, dès que le piston revient sur lui-même, c'est-à-dire de gauche à droite, comme on le suppose sur le dessin, ce clapet I se ferme, mais la soupape M s'ouvre par la pression et donne passage à l'eau, qui passe ainsi de l'autre côté du piston, et qui, dans le coup suivant, est refoulée dans le tuyau d'échappement ou d'ascension, dont elle ouvre le clapet de refoulement.

Comme je l'ai dit plus haut, ce système peut s'exécuter sur des formes et des dimensions différentes. Ainsi, par exemple, au lieu de faire les deux faces du corps de pompe parallèles entre elles, on peut disposer le châssis pour qu'elles soient divergentes de l'axe à la circonférence, de telle sorte que le piston aurait la forme indiquée sur les détails (fig. 204 et 205). Dans ce cas, l'axe est proportionnellement plus long et le système a plus d'assise.

La garniture d'un tel piston étant, comme je l'ai indiqué,

composée simplement de bandes en cuir ou en bois *b*, peut être facilement renouvelée quand elle est usée, et sans que le propriétaire ait besoin, pour cela, d'avoir recours au mécanien, comme il est indispensable de le faire avec tous les autres systèmes. Si on veut bien remarquer qu'il est possible, avec un tel système, de faire des pompes de 20 à 30 francs, et qu'il n'exige pas de frais d'entretien, on devra comprendre qu'il sera susceptible de se placer dans toutes les localités.

§ 23. PERFECTIONNEMENTS APPORTÉS DANS LA CONSTRUCTION DES POMPES ET DES ROBINETS, PAR M. THIBAULT.

Ces divers perfectionnements, appliqués à tout appareil composé d'une pompe avec ses robinets de service, peuvent néanmoins s'employer indépendamment les uns des autres. Nous allons, en conséquence, les examiner séparément.

L'inventeur a eu l'idée d'adapter à la boîte qui surmonte la tête du corps de pompe, un tube en caoutchouc, arrêté et comprimé sur une tubulure que porte ladite boîte, ce qui remplace avantageusement le stuffing-box et autres garnitures destinées à empêcher le passage de l'eau ou de l'air, et évite le frottement de la tige du piston à une distance déterminée par sa longueur; ce tube est d'ailleurs un ressort de rappel de la tige.

La figure 206 représente la coupe d'une pompe à laquelle est adapté le système décrit ci-dessus.

La figure 207 montre, vu séparément, un piston, dont toutes les pièces sont représentées non assemblées, pour en mieux faire comprendre la combinaison.

A, corps de pompe, revêtu, par les procédés usuels d'émaillage du fer et de la fonte, d'une couche de matière vitrifiable destinée à empêcher l'oxydation du métal.

B, piston garni de sa soupape et de son armature ordinaire, avec sa tige *b*.

C, tête du corps de pompe, surmontée de la boîte C′, remplaçant la boîte à étoupes ou stuffing-box. Cette boîte porte en D une tubulure dans laquelle manœuvre librement la tige *b*.

E, tube en caoutchouc dont l'extrémité supérieure s'adapte sur la tubulure D. Il porte en *e* un bourrelet qui vient se loger dans la boîte C′, et qui sert à y retenir l'extrémité du tube E par la réunion de la vis *c*, de la tête C, avec la boîte C′.

F, boîte inférieure semblable à la boîte C′, et portant comme cette dernière une tubulure *f′*, mais brasée sur la

tige *b* du piston, et sur laquelle s'adapte l'extrémité inférieure du tube en caoutchouc; en *e'* est un bourrelet que porte le tube E, et qui, semblable au bourrelet *e*, se loge dans ladite boîte, où il est maintenu et retenu de même par la contre-partie F' qui se visse dans la boîte F, laquelle est, au surplus, soudée en *f'* à la tige du piston.

Il résulte de la disposition dont le détail précède :

1° A l'égard de la boîte faisant partie de la tête du corps de pompe, et dans laquelle se trouve ordinairement la garniture qui lui a fait donner le nom de stuffing-box, que cette garniture est remplacée avantageusement par le caoutchouc qui se trouve interposé et comprimé dans ladite boîte, entre la tubulure qu'il entoure et la partie supérieure; interposition qui ne permet aucune fuite ou passage à l'eau et à l'air;

2° Que ce tube en caoutchouc se trouvant fixé par sa base à la tige du piston, comme il l'est par son sommet à la tête du corps de pompe, il forme ressort pour le rappel de la tige, ce qui économise une partie de la force motrice agissant sur cette tige ;

3° Que la suppression de la boîte à étoupes ou de garniture quelconque, sur laquelle frotte ordinairement la tringle du piston dans son parcours, économise encore la force par suite de l'absence du frottement, sans compter l'absence des réparations ordinaires et fréquentes à cette partie des pompes, pour éviter les fuites d'eau ou le passage de l'air ;

4° Que la tringle ou tige du piston pouvant, par ce système, manœuvrer librement dans la boîte qui surmonte la tête du corps de pompe, résultat nouveau dû à notre système de tube supprimant les boîtes à frottement, il n'y a plus à craindre les résultats d'usure ou de dégradations provenant des corps étrangers, comme sable ou autres matières que l'eau entraîne avec elle, et qui détruisent si promptement les stuffing-box, garnitures ou autres obturateurs hermétiques de l'eau et de l'air ;

5° Que cette même tringle n'étant plus qu'un conducteur libre du piston, sans frottement dans la boîte qu'il traverse, on peut supprimer la partie supérieure de cette tige, qui est ordinairement en cuivre, par la continuation de la tige en fer elle-même, à l'état brut, mais préférablement galvanisée.

Le perfectionnement au robinet consiste dans l'application d'un excentrique pour faire monter et descendre la soupape d'ouverture et de fermeture de l'orifice de l'écoulement de l'eau par la manœuvre du robinet, en remplacement des ressorts de rappel, l'excentrique se trouvant adhérent à la

tige de ladite soupape et recevant son mouvement de la clef du robinet.

Les résultats de ce perfectionnement sont tellement importants, que nous avons cru devoir présenter plusieurs modes d'application de ce système en dehors de son emploi aux robinets des pompes ordinaires à distribution.

Fig. 208, coupe d'un robinet ordinaire à soupape, auquel est appliqué le perfectionnement.

Fig. 209, le même robinet, muni d'une soupape de forme particulière.

Fig. 210, robinet à deux eaux, avec le perfectionnement.

Fig. 211, double robinet sur un même boisseau, avec le même perfectionnement.

Fig. 212, 212[1] et 212[2], pièces détachées relatives au perfectionnement.

G, boisseau du robinet portant en *g* le conducteur de la tige de la soupape.

H, tige de la soupape *h*, portant en H' un disque ovale auquel est pratiquée une entaille oblongue *h'*, servant à recevoir la tige de l'excentrique moteur, qui, y manœuvre pour faire monter et descendre la tige de la soupape.

J, clef du robinet portant en *i* une tige placée excentriquement au mouvement rotatif de la clef, qui, manœuvrant dans l'entaille *h'*, fait monter ou descendre la soupape, et, dans le premier de ces mouvements, la comprime fortement contre l'orifice.

On comprend facilement la double action de cet excentrique, qui supprime les ressorts ou autres agents de rappel usités jusqu'à présent pour faire remonter la soupape, qu'on est ainsi maître de passer autant qu'on le veut contre l'orifice de sortie du liquide ; de sorte que l'on est sûr qu'il y aura toujours une fermeture hermétique, puisque la soupape ne sera pas constamment soumise au même degré de pression sans tenir compte de sa détérioration ou des corps étrangers qui s'opposent à son effet : l'action forcée exercée sur elle obviera aux inconvénients résultant de cette détérioration et de ces empêchements de manœuvre, dont un ressort, qui agit toujours dans la limite seule de sa force, ne tient pas compte, sans calculer l'amoindrissement de cette force par l'effet même du ressort.

K, soupape, en forme de calotte sphérique, dont les bords viennent presser sur une garniture *t* en caoutchouc ou autre matière compressible. La forme de cette soupape présente cet avantage, que la pression de l'eau sur elle offre moins de résistance alors qu'on ouvre le robinet, tout en constituant

une fermeture aussi hermétique que les soupapes plates; c'est, au surplus, le renversement du système de construction de ces dernières, en ce qui concerne la garniture et le corps presseur.

L, garniture nécessaire à cette partie de la clef du robinet à deux eaux, auquel s'applique le système de l'excentrique, attendu que l'eau dormante qui se trouve toujours dans le boisseau entre les deux pistons pourrait accidentellement tendre à s'échapper par la clef. Néanmoins, nous ferons remarquer que cette application de notre perfectionnement aux robinets à deux eaux présente cet avantage sur les robinets à soupapes avec ressorts, à savoir que, dans ces derniers, un côté est toujours ouvert, puisqu'il ne peut y avoir un ressort de rappel; tandis que par notre procédé, ils sont, au contraire, fermés tous les deux.

M, empatement à tubulure *m*, s'adaptant à une conduite d'eau quelconque, pour y placer un double robinet sur un même boisseau, ce qui permet de ne pratiquer à la conduite qu'un seul trou au lieu de deux, comme on était obligé de le faire par l'emploi des robinets ordinaires à soupape avec ressort; lesquels ne peuvent, au surplus, s'adapter dans ce cas, même en les faisant doubles, par les mêmes motifs que nous avons donnés à l'égard des robinets à deux eaux.

Un autre perfectionnement, auquel nous a naturellement amené l'examen des effets produits par notre tube en caoutchouc, consiste dans l'idée de remplacer le système de manchon d'ajustement en cuir, du piston de la pompe dite des prêtres, par un manchon en caoutchouc qui, au lieu de se replier sur lui-même, de se déplacer tantôt en contre-bas, tantôt en contre-haut du piston, suivant le mouvement de celui-ci comme dans ces dernières pompes, reste constamment droit pendant la marche du piston montant ou descendant, sa longueur ne s'étendant pas, à compter de son extrémité supérieure, au-delà du point où finit la course ascendante du piston, qui est comme suspendu par lui; de sorte que si ce dernier a à vaincre, pour descendre, la résistance que lui présente le manchon à l'extrémité duquel il est relié, celui-ci, d'un autre côté, tend, par son élasticité, à le faire remonter, comme le ferait un ressort.

La figure 213 montre la coupe d'un corps de pompe N avec son piston O, à la base duquel est ajustée l'extrémité inférieure du manchon en caoutchouc P, au moyen d'un cercle boulonné *n*, comme il pourrait l'être de toute autre manière. L'extrémité supérieure dudit manchon est retenue par le double collet R, préférablement à la rainure et à la languette

que pourrait affecter la réunion des deux cylindres formant le corps de pompe, et entre lesquelles serait retenue l'extrémité supérieure du manchon en caoutchouc. Au surplus, il s'agit ici moins du mode facultatif de retenue du manchon par ses deux extrémités, lequel mode peut varier à l'infini, que de l'application de ce manchon, d'où résultent :

1° Absence de frottement du piston ; ce qui évite le rodage à l'instar, il est vrai, de la pompe des prêtres, mais sans les inconvénients résultant de la détérioration du manchon en acier ; avantages dus au non refoulement sur lui-même du manche en caoutchouc qui soutient le piston dans le cylindre, où ce dernier se trouve suspendu par ce manchon ;

2° Rappel du piston par le manchon en caoutchouc formant ressort.

L'auteur a apporté à son appareil un perfectionnement qui consiste dans l'application d'un cylindre à parties coniques, en forme de lanterne, percé de trous à la partie cylindrique, et destiné à empêcher les secousses qui se produisent dans les tuyaux au moment de la fermeture des robinets à soupape.

Fig. 214, coupe d'un robinet auquel s'applique le perfectionnement.

Fig. 215, pièce détachée relative au perfectionnement.

G, boisseau du robinet portant en P les coulisses conductrices de la tige B et de la soupape C, et en B' un disque ovale auquel se pratique une entaille oblongue B² servant à la tige de l'excentrique moteur qui y manœuvre pour faire monter et descendre la tige de la soupape.

D, cylindre cône, en forme de lanterne, portant en H deux rangs de trous pour l'introduction du liquide dans le robinet : le liquide s'échappe par les ouvertures carrées longues J, et passe ensuite entre la soupape C et le boisseau du robinet.

E, disque percé d'un trou pour le passage du cylindre D, ce disque est ajusté à pas de vis sur le boisseau du robinet.

Le cylindre D étant ajusté et monté à pas de vis sur la tige de la soupape qui fait le mouvement de va-et-vient, l'on comprendra facilement qu'en passant dans le disque E, ce cylindre présente la partie où sont les trous, pour que le liquide s'y introduise ; ce qui permet, en faisant la fermeture, de couper le liquide insensiblement, ce qui empêche la masse d'eau qui vient se briser sur la pointe du cône de frapper violemment sur la soupape, qui, du reste, n'est pas totalement

fermée lorsqu'il n'est plus permis à l'eau de pénétrer dans l'emplacement où elle fonctionne.

Ainsi, ce perfectionnement nous garantit de tous les inconvénients des dégradations résultant du choc occasionné par la fermeture des robinets à soupape.

Les perfectionnements apportés dans les robinets consistent encore dans la fabrication de robinets en verre, en terre cuite, en porcelaine, en grès, etc., revêtus d'une couche métallique par le moyen de la pile galvanique et de robinets métalliques revêtus intérieurement et extérieurement d'une couche de matière vitrifiable ou d'émaillage, pour empêcher l'oxydation du métal.

On peut donner au récipient une disposition particulière qui consiste :

1° Dans le placement du récipient en contre-bas du robinet, d'où il résulte que la pression de la colonne d'eau, au lieu de venir s'exercer contre la soupape fermée en se rendant vers le récipient, a lieu dans ce dernier sur l'air qu'il renferme, et amortit ainsi le choc, contre la soupape, du surplus de l'eau qui n'entre pas dans le récipient.

2° Dans l'adaptation dudit récipient à l'appareil borne-fontaine, par exemple, où aboutit le tuyau conducteur de l'eau et auquel est ajusté le robinet : adaptation faite de manière à ce que le récipient fasse corps avec l'appareil et vienne de fonte avec lui, sans autre ajustement et sans suivre sa forme ordinaire ;

3° Dans un mode perfectionné de cette même adaptation, en plaçant le récipient sur le tuyau même de la colonne d'ascension de l'eau ;

4° Enfin, dans un tuyau placé dans ledit récipient, la base de ce tuyau, au point d'intersection, étant percée de trous pour le passage de l'eau résidant dans le robinet, laquelle forme une sorte d'obstacle, quand le robinet est fermé, à la colonne d'eau, qui vient alors presser principalement contre l'air renfermé dans le récipient, au lieu d'agir contre la soupape à cause de la division du jet d'eau.

La figure 216 représente, adaptée à une borne-fontaine, notre soupape à excentrique décrite dans le brevet principal, avec l'addition du récipient A, placé, à la vérité, dans le corps de l'appareil, mais dont l'effet ne nous a pas satisfait complètement, en ce sens qu'il se trouve en contre-haut de la soupape, et qu'il ne contient qu'un petit volume d'air ; double disposition qui n'empêche pas suffisamment le choc de la colonne d'eau contre la soupape, quand on ferme le robinet.

La figure 217 représente la partie supérieure d'une borne-fontaine dans le corps de laquelle est placé, au-dessous du robinet, un récipient B, venu de fonte avec l'appareil. La ligne ponctuée indique qu'on pourrait adapter, après coup, un prolongement de tuyaux qui empêcherait que la colonne d'eau ne vînt trop brusquement agir soit contre la soupape, quand celle-ci est fermée, soit sur l'air renfermé dans le récipient, alors que l'appareil fonctionne.

La figure 218 représente, vu séparément, le récipient C placé dans la colonne d'ascension de l'eau, le tuyau étant piqué sur ce dernier, et, à cet effet, ledit récipient mis à côté du tuyau ordinaire, qu'il remplacera; le restant de l'appareil, représenté fig. 217, étant, comme de raison, supprimé, puisqu'il ne s'agit que de brancher le tuyau conducteur à la base du récipient C.

D est un tube colleté sur la tubulure supérieure du récipient, et dont la partie inférieure est percée en *d* de trous destinés à diviser la colonne d'eau, en venant aider, par cette disposition ajoutée à celle du réservoir d'air C, à amoindrir le choc de ladite colonne quand la soupape se ferme.

La figure 219 représente en E le récipient avec son tube *e* de la figure 218, adapté à un robinet d'une disposition particulière. Nous ferons observer que cet exemple n'est donné ici que pour démontrer l'application possible de notre récipient à toute espèce de robinets. En effet, ici le robinet à excentrique contient plusieurs dispositions en dehors de l'application du récipient.

Ainsi le mode de placement, de jeu et de manœuvre de la tige de la soupape F, dans la garniture ou stuffing-box, empêche l'eau de baigner, non-seulement la clef H du robinet, mais encore la pièce du mécanisme.

Cette disposition est principalement essentielle pour les robinets d'arrêt; mais, ainsi que le représente la figure 219, on voit qu'on peut également l'appliquer aux robinets à tête.

Enfin, l'emploi du récipient n'est pas obligatoire pour l'application de ce perfectionnement, qui consiste, en principe, dans l'emploi de notre soupape à excentrique pour isoler de l'eau la pièce du mécanisme de toute espèce de robinets à soupape.

Nous indiquerons encore ici la structure d'un robinet à excentrique, qui consiste dans l'application d'un cône-lanterne fixe, percé de trous à sa base et alésé à l'intérieur, destiné à recevoir une double soupape en matière ductile ou un cylindre en métal rodé.

Le but de cette disposition est de fermer les trous de la base du cône et d'empêcher les secousses qui se produisent dans les tuyaux au moment de la fermeture des robinets à soupape.

Fig. 221, coupe d'un robinet auquel s'applique le perfectionnement.

Fig. 222, pièce détachée relative au perfectionnement.

A, double soupape, en matière ductile ou en métal rodé, s'ajustant au bout de la tige de la soupape C, décrite dans la précédente addition, et fonctionnant dans la lanterne B, fig. 221 : elle vient fermer les trous en D de la figure 222, lorsque l'on fait mouvoir la clef du robinet qui lui fait faire le mouvement de va-et-vient, et ouvrir et fermer alternativement les trous D qui servent d'introduction au liquide dans le boisseau du robinet.

B, cône-lanterne fixe, ajusté et monté à pas de vis sur le boisseau G du robinet, et percé de trous à sa base pour l'introduction du liquide dans le boisseau G.

L'on comprendra facilement qu'en faisant monter et descendre les soupapes C et A, qui toutes deux sont montées sur la tige E, le cylindre A se présente devant les trous D, opère la fermeture et l'ouverture d'une manière insensible, et empêche la masse d'eau d'agir sur la soupape C, ce qui nous garantit de tous les désagréments que produit ordinairement le choc de la fermeture des robinets à soupape.

§ 24. POMPE A PISTON EN CUIR, PAR M. LETESTU.

Fig. 223, *a, a, a, a,* châssis mobile auquel est liée la tige du piston.

b, collier à spirale destiné à opérer le mouvement ascensionnel ; ce collier est fixé sur l'arbre *e* de la manivelle.

c, tige du piston.

d, d, galets de même diamètre destinés à guider le mouvement du châssis dans le sens vertical.

f, f, supports de l'arbre *e* de la manivelle.

La courbe *b,* en tournant dans la gorge d'un galet fixé après le châssis mobile, donne à ce châssis mobile un mouvement ascensionnel qui est nécessairement vertical, ce châssis étant guidé par les deux galets *d, d;* la courbe du collier *b* est formée par deux spirales se joignant aux points de départ et d'arrivée ; la spirale qui fait monter le piston occupe les deux tiers de la circonférence, et celle qui le fait descendre occupe l'autre tiers, ce qui fait que le temps em-

ployé à descendre le piston est de moitié moins long que celui qu'on emploie pour le monter.

La figure 223 n'a qu'un montant qui supporte tout l'appareil, tandis que la fig. 224 en a deux; du reste, les deux pompes sont construites sur le même principe.

Fig. 226, *m*, tige du piston.

a, a, a, a, châssis mobile auquel est fixée la tige du piston.

b, b, crémaillères formant les deux côtés latéraux du châssis mobile glissant dans les deux montants.

e, arbre recevant la puissance.

c, arc d'un pignon fixé sur l'arbre de la manivelle.

d, arc d'une roue fixée aussi sur l'arbre.

e, main d'un rayon triple de celui du pignon.

f, f, supports de l'arbre *e*.

g, trou guidant la tige du piston.

Les côtés *r* et *k* formant la base inférieure et la base supérieure du châssis mobile, sont courbés de manière à ce que chacune des crémaillères formant les côtés latéraux de ce même châssis se trouve dans le même plan que les arcs *c* et *d*, qui leur correspondent, de manière à ce qu'ils puissent s'engrener. Les arcs *c* et *d* sont fixés sur l'arbre *e*, de telle sorte que, à l'instant où l'arc *d* cesse d'engrener avec sa crémaillère, l'arc *c* commence à engrener avec la sienne, sans laisser d'intervalle entre l'instant où la première cesse d'engrener, avec celui où la deuxième commence; ce qui fait que, dans un tour de manivelle, le piston a fait son ascension et sa descente.

Le rayon de l'arc *c* est égal au tiers de celui de l'arc *d*, mais les développantes de ces deux arcs sont égales : lorsque l'arc *d* aura fait descendre le piston d'une certaine quantité, l'axe *c* le fera remonter de la même quantité, et réciproquement; seulement, comme le rayon de l'arc *d* est triple de celui de l'axe *c*, la descente se fera trois fois plus vite que l'ascension.

Fig. 225, coupe du piston.

Ce piston se compose :

1° D'une épaisseur de cuir roulé en cône;

2° D'une pièce symétrique *a*, destinée à recevoir d'un côté la tige du piston, et, de l'autre, un boulon qui fixe invariablement après cette pièce le cuir du piston par son sommet;

3° De plusieurs tringles en cuivre *c, c, c, c*, rivées après le cône en cuir et dans le sens de ses génératrices, pour empêcher le cuir de fléchir dans ce sens.

Le piston, par son élasticité, prend la forme, quelle qu'elle soit, du corps de pompe, et, dans son mouvement, il opère

très-peu de frottement; lorsqu'il remonte, le fluide ou le liquide qui est dans l'intérieur du cône le fait appliquer parfaitement contre les parois du corps de pompe et empêche toute fuite.

Cette même pièce, fixée à la jonction du corps de pompe avec le tuyau aspirateur, remplit les fonctions de soupape, sans avoir aucun frottement ni cause de dérangement.

b, fig. 225, indique des ressorts en cuivre soit plats, soit en fil de laiton, tournés, qui sont fixés après la tige du piston et qui pressent constamment les parois de ce piston contre ceux du corps de pompe.

Les figures 227 et 228 font voir la manière de monter un piston dans un corps de pompe.

M. Letestu a pris son premier brevet pour les pompes et les pistons qui viennent d'être décrits, le 29 novembre 1838, mais depuis cette époque, notamment en 1850, il a apporté dans ces appareils de nombreux perfectionnements, qui les ont fait adopter dans les services publics et dans une foule d'industries diverses. Nous ne pouvons donner dans ce Manuel la description des divers modèles de pompes pour incendie, épuisement, soufflerie, arrosage, etc., que l'auteur a inventées; description qui nous entraînerait fort loin et qui exigerait un très-grand nombre de figures; mais nous renvoyons les personnes que ce sujet intéressera, au tome XXIe, p. 144, de la *Description des machines et procédés pour lesquels il a pris des brevets d'invention*, où ils trouveront tous les détails nécessaires, avec de nombreuses planches qui s'y rapportent.

§ 25. POMPE ASPIRANTE ET FOULANTE À DOUBLE EFFET ET À MOUVEMENT RECTILIGNE ALTERNATIF, PAR MM. JAPY FRÈRES.

(Planche 110.)

MM. Japy se sont occupés pendant plusieurs années de la construction des pompes à eau, à simple et à double effet, et ces constructeurs ont constamment cherché à perfectionner ces appareils, soit pour en simplifier le travail d'exécution, soit pour les livrer au plus bas prix possible, tout en obtenant la régularité et la précision désirables.

Les perfectionnements qu'ils ont apportés à cet appareil consistent, d'une part, dans l'application d'une *plaque unique* portant à la fois les quatre clapets destinés à l'aspiration et au refoulement; et, d'un autre côté, des *modes particuliers* de transmettre le mouvement alternatif au piston.

On sait que dans les pompes dites à double effet, qui ont

été construites jusqu'à présent, les quatre clapets sont entièrement séparés, ainsi que leurs siéges, ou, au plus, accouplés deux à deux. Dans le système de MM. Japy, les deux clapets d'aspiration, comme les deux clapets de refoulement, ont leurs siéges fondus d'une même pièce, laquelle forme une plaque ouverte sur quatre points et fixée au corps de pompe par un seul joint.

Cette disposition, qui peut s'appliquer aussi bien aux pompes horizontales ou obliques qu'aux pompes verticales, a l'avantage, non-seulement de simplifier la construction, mais encore de réduire notablement l'*espace nuisible*, de sorte que l'aspiration se trouve dans les meilleures conditions possibles, puisqu'alors on arrive à obtenir un vide plus parfait.

Les figures 229 à 232 représentent les différentes vues d'une petite pompe horizontale à double effet, construite avec les perfectionnements que nous venons d'indiquer et capable de fournir 1,500 litres d'eau à l'heure.

La figure 229 est une vue d'ensemble de la pompe.

La figure 230 est une coupe verticale, faite vers le milieu du corps de pompe.

La figure 231 en est une section horizontale faite par l'axe.

La figure 232 en est une vue de face extérieure du côté de la boîte à clapets.

En examinant ces figures, on reconnait que cette pompe à double effet se distingue par la simplicité de sa construction et surtout par la disposition nouvelle et particulière de la plaque unique A, fondue d'une seule et même pièce avec les quatre sièges qui reçoivent autant de clapets, dont deux inférieurs B, B′ pour l'aspiration, et les deux autres supérieurs C, C′ pour le refoulement.

On remarque que cette plaque, de forme rectangulaire ou autre, est aussi fondue avec quatre oreilles *a*, qui servent à la boulonner à l'enveloppe de fonte D, dans l'intérieur de laquelle se trouve le corps de pompe E, qui est en métal mince et repoussé.

Sur la face opposée de la même plaque se rapporte la boîte ou la chapelle en fonte F, qui est séparée dans son milieu par une cloison horizontale *d*. Ainsi les mêmes boulons qui fixent la plaque sur l'enveloppe servent en même temps pour y assujettir la boîte; celle-ci reçoit à sa partie inférieure le tuyau aspirant C, et à sa partie supérieure le tuyau de sortie H.

Les sièges *b*, *b′*, sur lesquels reposent les clapets d'aspiration B, B′, sont disposés en sens contraire des deux autres *c*, *c′*, qui portent des clapets d'échappement C, C′. Les pre-

miers se trouvent du côté du corps de pompe, et les deux autres dans la partie supérieure, du côté de la chapelle. Ils n'en sont pas moins fondus d'une seule et même pièce avec la plaque, ainsi que les oreilles *o* et *o'*, auxquelles on assemble chacun des clapets par articulation.

Fonction de l'appareil. — Supposons que le piston I, ajusté dans le cylindre E, soit tiré dans un sens de manière à former le vide derrière lui, le clapet B s'ouvre alors, et permet à l'eau du réservoir inférieur de s'élever, par le tuyau G, dans la partie inférieure de la boîte et de passer dans la première mottié *m* de l'enveloppe et, par conséquent, dans le corps de pompe.

Lorsque, au contraire, le piston revient sur lui-même, le clapet B se ferme par la pression de l'eau qui ne peut retourner sur elle-même; mais aussi le clapet supérieur C, qui se trouve au-dessus et qui est incliné en sens opposé, s'ouvre à son tour pour laisser passer l'eau refoulée par le piston dans la partie supérieure de la boîte et, par suite, dans le tuyau d'écoulement H.

Pendant ce temps, le second clapet inférieur B' s'ouvre aussi par l'effet de l'aspiration, et permet à l'eau aspirée de s'élever dans la seconde moitié *m'* de l'enveloppe et, par conséquent, dans le corps de pompe. Le clapet supérieur correspondant C', qui s'était ouvert au coup de piston précédent, se ferme aussi naturellement au retour.

Une telle disposition réduit notablement les espaces nuisibles : d'un côté, les bases du cylindre ou corps de pompe proprement dit, touchent presque les fonds de l'enveloppe en deux pièces dans laquelle il est renfermé; et de l'autre, la plaque des quatre clapets est très-rapprochée de la circonférence du cylindre, de telle sorte à ne laisser que l'espace nécessaire pour le mouvement des deux clapets d'aspiration.

Il en résulte que l'espace exigé pour le parcours intérieur du liquide en dehors du piston est réellement réduit à son minimum; par suite, le vide s'opère mieux et l'aspiration s'effectue dans les meilleures conditions.

On évite, en outre, bien des bifurcations qui, comme on le sait, nuisent au mouvement de l'eau et augmentent, par les frottements, les résistances passives; on diminue donc ainsi la puissance nécessaire pour faire marcher tout l'appareil.

Ce système s'applique avec le même avantage à d'autres dispositions de pompes que celles dites horizontales, comme par exemple, des appareils qui fonctionnent dans une position verticale ou dans une position oblique ou inclinée.

Nous avons dit, dans l'exposé qui précède, que tout en se réservant de faire mouvoir ces diverses pompes à double effet par des moyens quelconques, les auteurs ont aussi apporté sous ce rapport une amélioration essentielle, en rendant le point d'appui du levier ou du balancier mobile, solidaire avec l'enveloppe même qui renferme le corps de pompe.

Ainsi, le tourillon, ou l'axe sur lequel on fait osciller le levier ou balancier, est porté par un support qui est fondu avec l'enveloppe. L'extrémité de ce balancier se relie par articulation, au moyen d'une chape ou de deux courtes bielles, à une oreille qui fait corps avec la tige du piston, de sorte que dans le mouvement circulaire alternatif imprimé au balancier, la tige, d'ailleurs guidée par le stuffing-box qui surmonte l'enveloppe, va et vient dans une direction imparfaitement rectiligne.

Suivant une autre disposition, l'axe étant toujours supporté par une patte ou une chape en fonte solidaire avec l'enveloppe, le balancier est terminé par un galet, qui est ajusté dans une gorge demi-circulaire pratiquée à la partie inférieure de l'oreille également solidaire avec la tige.

Enfin, le bout du balancier peut être de forme de secteur denté, qui engrènerait avec une crémaillère reliée aussi à l'extrémité de la tige du piston, pour lui transmettre de la même manière un mouvement rectiligne alternatif pendant que ce balancier oscille sur son centre.

On voit donc que, dans chacun de ces mécanismes différents, le point d'appui du balancier est fixé directement sur l'enveloppe extérieure du corps de pompe. Il en résulte une simplification dans la construction et le montage et, par suite, une économie réelle dans le prix de l'appareil.

On voit que cette invention comprend deux points essentiels qui constituent de véritables et utiles perfectionnements, particulièrement applicables aux pompes à double effet et à mouvement rectiligne alternatif.

Le premier, le plus important, est relatif à la plaque unie fondue d'une seule et même pièce avec les quatre sièges qui reçoivent les clapets d'aspiration et de refoulement.

Le second point, qui est relatif au mouvement du piston, se distingue aussi par la position donnée au point d'appui du balancier sur l'enveloppe extérieure du corps de pompe, et cela, quel que soit d'ailleurs l'intermédiaire qui réunisse ce balancier avec la tige du piston.

Les nouvelles améliorations (qui font l'objet du certificat d'addition du 17 mai) concernent non-seulement la transmis-

sion de mouvement au piston et la réduction de l'espace nuisible, mais encore la construction même des tubulures d'entrée et de sortie qui sont adaptées à ces pompes.

La figure 229 représente le système de bascule ou de levier par lequel on transmet au piston un mouvement parfaitement rectiligne avec l'intermédiaire d'une double bielle.

On reconnaît tout d'abord que cette disposition a beaucoup d'analogie avec celle indiquée ci-dessus, seulement la construction en est un peu modifiée.

Ainsi, le levier proprement dit, à l'une des extrémités duquel s'adapte le manche en bois qui doit servir à le manœuvrer, forme fourchette à l'autre extrémité, pour s'assembler par articulation, avec deux courtes bielles en fer méplat, par des goujons, des vis ou des boulons. Ce levier est porté, par un axe qui, comme on se le rappelle, est mobile dans un support ou une console venue de fonte avec l'enveloppe du corps de pompe.

C'est sur cet axe que l'on fait osciller le levier à manche, et dans le mouvement circulaire alternatif qui lui est imprimé, il fait mouvoir les deux petites bielles, et, avec l'intermédiaire d'une douille en fonte ou en cuivre, la tige du piston.

Cette douille est assemblée par un goujon avec les deux bielles, de manière à permettre à celle-ci de s'obliquer légèrement, suivant l'axe de cercle décrit par l'extrémité de la fourche, pendant que la tige, guidée par la boîte à étoupes qui est appliquée au corps de pompe, marche dans une direction rectiligne.

Cette disposition de mouvement, qui est très-simple de construction, est très-facile à exécuter et n'exige aucun point d'appui en dehors de l'appareil.

L'appareil de la droite du dessin est disposé pour une cuisine ou, en général, pour être dans un endroit où la gelée n'est pas à redouter.

Dans l'appareil de gauche, destiné à être établi en plein air, le corps de pompe est disposé dans une chambre fermée, sous le sol, pour le préserver de la gelée.

La partie inférieure de la tubulure ou du tuyau d'aspiration que l'on applique à la pompe se relie par une bride à un réservoir d'air qui lui-même est terminé à son extrémité inférieure par un clapet, lequel s'ouvre, pendant l'aspiration, de dehors en dedans. Une sorte de pomme d'arrosoir, qui est percée de trous et qui plonge dans le puits ou le réservoir d'eau, s'adapte au-dessous de cet appareil.

Comme le tuyau se prolonge jusque tout proche du clapet, l'air qui peut être aspiré avec l'eau se loge dans le réservoir

d'air, et, par sa force élastique, régularise et facilite l'ascension de l'eau dans le conduit.

La disposition que MM. Japy ont appliquée au-dessus de la pompe pour la sortie de l'eau, consiste simplement dans un *goulot tournant* qu'ils adaptent au tuyau ou à la tubulure de sortie, de telle sorte qu'il puisse prendre toutes les positions désirables, afin de déverser l'eau à volonté, à droite ou à gauche, ce qui peut être avantageux dans plusieurs circonstances.

§ 26. POMPE ASPIRANTE ET FOULANTE A JET CONTINU, PAR M. HAYOT.

Cette pompe, représentée en coupe verticale dans la figure 233, se compose de trois parties : d'un cylindre A couché sur le côté, lequel renferme le mécanisme particulier à cette pompe; d'un tube B, garni à sa base, d'une soupape T, d'un récipient C posé sur le côté supérieur du cylindre tronqué à cet effet.

Le cylindre A est traversé par un axe ou essieu *a*, auquel s'adapte un balancier à branche simple et à simple levier, si la pompe a de faibles dimensions, ou à tranches doubles avec simple ou double levier, suivant l'importance de la pompe.

Des ailes *d* au nombre de deux, et qui sont représentées en détail dans les figures 234 et 235, sont fixées à l'axe sur des côtés opposés, en formant entre elles un angle d'environ 145 degrés. Leur contour touche exactement à la paroi et aux bases du cylindre; c'est dans leur mouvement oscillatoire, semblable à celui du balancier, qu'elles forment le vide et aspirent.

Elles sont garnies chacune d'une soupape *e* qui se tient fermée lorsque l'aile s'élève pour former le vide, et qui s'ouvre pour donner passage à l'eau, lorsque l'aile descend.

Le cylindre, toujours considéré couché, se divise en deux parties, suivant le plan vertical passant par l'axe, par une paroi pleine, au-dessus de l'arbre, et par une chambre à soupapes au-dessous. Le tuyau d'aspiration aboutit à cette chambre.

Les parois *f*, *f'* de la chambre s'inclinent l'une vers l'autre, se rejoignent et montent unies jusqu'à l'arbre. Des soupapes sont établies sur ces parois inclinées, elles correspondent aux soupapes des ailes et s'ouvrent quand les premières se ferment, et réciproquement.

La partie tronquée du cylindre se sépare du récipient par deux plans *g*, *g'*, légèrement inclinés, réunis un peu au-

dessus de l'axe. Chaque plan supporte une nouvelle soupape. Celles-ci ont pour objet de laisser passer l'eau poussée par les ailes, et de la retenir quand les ailes descendent.

Les soupapes supérieures et inférieures sont inclinées de manière à coïncider autant que possible avec les ailes *d*, lors de leur approche.

La marche de tel appareil est facile à comprendre : l'arbre *a*, avec ses ailes *d*, oscille continuellement et met ces deux ailes alternativement en contact avec les cloisons obliques *f*, *f*.

Chaque fois qu'une ailette *d* s'éloigne de la cloison correspondante, le vide se forme entre elles, la soupape de ladite cloison s'ouvre, et l'eau se trouve aspirée. Lorsqu'au contraire l'ailette se rapproche de la cloison, la soupape de cette dernière se referme, et celle de l'ailette s'ouvre pour donner passage à l'eau contenue entre elles.

Par ce qui précède, on peut remarquer que les ailes agissent séparément l'une de l'autre, de sorte qu'à défaut de l'une, l'autre n'en fonctionnerait pas moins ; il va sans dire qu'alors le produit de la pompe serait diminué de moitié.

L'on remarquera également que le récipient se détache à volonté du cylindre ; que les bases du cylindre et toutes les parties du mécanisme se démontent avec facilité.

L'eau s'échappe du récipient par les deux grands côtés, si le balancier est à double levier, ou par un côté quelconque, si le balancier est à levier simple.

Dans tous les cas, des ouvertures peuvent être faites sur des côtés opposés ; le tuyau s'adapte à l'une, tandis qu'un raccord à bouchon ferme l'autre.

Enfin, la soupape de sûreté ne s'éloigne pas du mécanisme ; elle s'introduit par un raccord sous le madrier qui supporte l'appareil.

L'une des conditions de cette pompe est, sans doute, de se trouver restreinte aux limites de l'aspiration ; mais elle est à jet continu et peut porter l'eau à une grande hauteur.

§ 27. SYSTÈME DE POMPES A MOUVEMENT PARTIE CIRCULAIRE ALTERNATIF, PAR M. MONGODIN.

La première de ces pompes, représentée en élévation et en coupe verticale, fig. 236, se compose d'une enveloppe en fonte *a*, servant de corps de pompe par sa réunion avec les joues en fonte *b*, *b*, qui s'y trouvent boulonnées ou vissées. Le socle en fer *c* qui termine ce corps de pompe, et que l'on peut fixer sur une assise quelconque par des boulons, est muni de deux soupapes *d*, *d* ; ce socle porte une saillie à l'in-

térieur vers le milieu pour servir de coussinet au piston *h*, dans la rotation de va-et-vient de ce dernier, et se prolonge, sous forme de plan incliné, pour établir par une bride ovale sa jonction avec le tuyau d'aspiration *e* (voir fig. 239 et 240 qui représentent le plan en dessous et en dessus du socle *c*).

Le piston *h*, à double branche *i*, *i*, est disposé sous forme d'angle obtus invariable et porte (voir fig. 238) deux soupapes *g*, *g'*; il est traversé, à son centre, par un arbre en fer *f*, dont les tourillons sont reçus dans une cavité circulaire ménagée exprès à l'intérieur des joues en fonte *b b*.

Le balancier *j*, qui a la forme d'un pendule renversé, fait corps avec le piston *h* au moyen de vis ou boulons *l*, *l*; le corps de pompe *a* est surmonté d'une caisse plate *m*, qui le couronne et sert d'enveloppe au tuyau dégorgeoir *o*.

Usage et jeu de cette pompe. — Cette pompe est dite à aspiration ou aspirante, c'est-à-dire qu'elle est destinée à élever l'eau jusqu'à la hauteur de son jet seulement.

Lorsque l'on fait mouvoir alternativement le balancier *j*, le piston *h* reçoit directement un mouvement partie circulaire de va-et-vient, et on peut reconnaître que, pour chaque pulsation alternative du piston *h*, il y a une double aspiration et une double montée d'eau; car pendant que l'une des branches *i* du piston aspire, l'autre branche *i'* élève l'eau dans le dégorgeoir.

Ainsi, cette pompe aspirante est à double effet et produit, dans le même temps et dans les mêmes circonstances, le double d'eau d'une pompe ordinaire.

Une pompe ainsi disposée présente les avantages suivants :

1° D'éviter l'armature en fer ou en fonte que nécessite le placement des autres systèmes de pompes, destinées, comme celle-ci, à alimenter les maisons bourgeoises, armature dont le grave inconvénient est, par les frottements répétés, de dépenser inutilement une partie de la force motrice;

2° De procurer un jet continu sans intermittence, et de régulariser l'action de la force motrice par une charge toujours égale dans un temps comme dans l'autre;

3° De ne pas nécessiter plus de frottement, de la part du piston contre les parois du corps de pompe, qu'une pompe ordinaire d'un autre système, quoiqu'elle produise un volume double d'eau dans le même temps;

4° D'être peu sujette aux réparations, à cause de la simplicité de son mécanisme; la seule réparation à prévoir est celle de la garniture du piston, laquelle garniture en cuir, disposée sur toutes les faces frottantes du piston pour obte-

nir un frottement plus doux, n'est fixée que par des vis pour en faciliter le renouvellement;

5° La facilité du placement de cette pompe dans les petites cours, par le peu d'espace qu'elle nécessite;

6° De n'être pas accessible au chômage pour cause d'introduction de corps étrangers, des pentes étant conservées à dessein sur les ailes ou branches du piston, pour empêcher les engorgements des clapets par le dépôt des sables fins qui pourraient s'élever avec l'eau;

7° Enfin, une grande solidité réunie à la grande simplicité de la pompe, et les frottements rendus aussi faibles que possible, par le contact des surfaces en cuir du piston contre les surfaces en fonte ou cuivre, ou autres matières métalliques.

Tels sont la disposition et les avantages de la pompe aspirante à double effet. Mais cette pompe peut, suivant les localités et les circonstances, être accompagnée d'un ornement quelconque ; ainsi la pompe peut être dissimulée par la combinaison d'un cygne surmonté d'une plaque ornée. Il n'y a d'apparence que l'extrémité du balancier *j*; le jet a lieu par le bec du cygne, et l'écoulement jaillit sur une coquille en fonte qui sert de base à cet ornement.

Le caractère distinctif de cette pompe consiste dans la combinaison d'un piston à double branche ou à deux ailes, animé d'un mouvement partie circulaire de va-et-vient, laquelle combinaison rend le jeu de la pompe à double effet.

C'est sur ce même principe qu'est établie la pompe aspirante et foulante, dont les ensembles et les détails sont représentés sur le dessin.

La figure 247 représente la pompe toute montée : *c'* est une coupe verticale pour faire comprendre le mécanisme intérieur. Le corps de pompe se compose d'une capacité demi-annulaire *a*, boulonnée sur une pièce en fonte *a'*, formant enveloppe par sa réunion avec des joues *k*, *k'*; cette pièce *a'* se termine par une partie allongée, pour établir sa jonction avec la plaque en fonte *b* et se boulonner sur une base quelconque.

La plaque *b*, munie de deux soupapes *d*, *d'*, se prolonge sous forme de plan incliné portant intérieurement une cloison de séparation *c*, et se termine sous forme de bride *e*, pour se réunir avec le tuyau d'aspiration *d*.

Le piston *h* est sans soupape et se compose de deux ailes *i*, *i'*, formant un angle invariable; il est pourvu, sur toutes ses faces de contact, d'une garniture de cuir, retenue par des vis seulement, pour faciliter son renouvellement, et le frottement a lieu sur des surfaces en cuivre rapportées *j*, *j'*; ces surfaces

laissent entre elles et la pièce en fonte *a'*, un double fond *f* pour le passage de l'eau : le frottement du piston peut, du reste, avoir lieu sur des surfaces métalliques quelconques propres à en adoucir l'effet.

Le piston *h*, représenté à part, fig. 245 et 246, est traversé par un axe en fer dont les tourillons sont reçus dans des cavités ménagées sur la surface des joues en fonte *k*, *k'*; le moyeu de ce piston est supporté par la pièce *l*, sur laquelle il oscille alternativement, et il est en contact au-dessus avec une plaque en fonte *p* établissant la séparation des pièces enveloppes *a*, *a'*. Cette plaque est munie de deux soupapes *g*, *g'*; l'eau introduite alternativement par chacune de ces soupapes s'élève dans le tube de refoulement *q*, dont la base est évasée, et forme un jet continu favorisé par la pression de l'air renfermé dans la partie demi-annulaire *a*.

Le piston est mis en mouvement par un balancier *m*, qui est fixé sur l'arbre en fer qui le traverse : ce balancier peut être, à volonté, à simple ou à double bras, et disposé ou horizontalement ou verticalement.

La figure 241 qui représente le plan de l'enveloppe *a'* avec ses joues et le piston, fait voir la disposition du balancier, ainsi que la forme du double fond *f* ménagé entre les plaques de frottement *j*, *j'* et la paroi intérieure de la pièce *a'*. Les figures 247 et 248 sont les détails de la pièce *a'*; seulement, dans le plan, fig. 248, est disposée la pièce *l*, dont les détails sont représentés fig. 242, 243 et 244; cette pièce, qui joue un rôle important dans la combinaison de la pompe, repose sur la saillie *n* de la plaque *b* et est maintenue vers le haut et de chaque côté par une vis *r*, taraudée dans l'épaisseur de chaque joue *k*, *k'*.

Par la disposition et la combinaison de cette pièce *l*, chacune des ailes ou branches du piston *h* produit, dans une simple oscillation, une aspiration et un refoulement, ce qui fait de la part de chaque branche dans une oscillation complète, deux aspirations et deux refoulements, c'est-à-dire que, dans un seul mouvement de va-et-vient du balancier, le piston produit huit effets, quatre d'aspiration et autant de refoulement.

Ainsi l'avantage principal de cette pompe aspirante et foulante consiste à produire le résultat de quatre pompes ordinaires, tout en n'exigeant que le frottement d'une seule de ces pompes.

Les divers avantages qu'elle présente sont, du reste, les mêmes que ceux obtenus par la première pompe aspirante, et détaillés ci-dessus. Elle peut aussi être rendue portative en

la plaçant sur un trépied ou sur un petit charriot, et son usage peut s'étendre aux fabriques, aux épuisements, etc.; de plus, on peut facilement la modifier pour la rendre propre aux incendies; son application, dans ce dernier cas, serait d'autant plus facile à apprécier, en raison du bien plus grand volume d'eau qu'elle peut dépenser ou lancer comparativement aux pompes des autres systèmes.

En résumant, mon système comprend deux pompes, l'une aspirante et l'autre aspirante et foulante, dont les avantages sont spécifiés précédemment; leur caractère distinctif consiste dans la combinaison d'un piston à double branche, animé d'un mouvement de va-et-vient. Tel est le principe pour l'application duquel je sollicite un privilége exclusif, sous quelque forme, d'ailleurs, que cette application puisse s'étendre, me réservant de varier les dimensions et la forme de ces pompes, ainsi que la disposition des parties qui les constituent, et de les établir en toutes matières métalliques ou autres.

§ 28. CALCULS APPROXIMATIFS POUR LA CONSTRUCTION D'UNE POMPE DESTINÉE A ALIMENTER UN BASSIN.

Capacité du bassin, { base carrée, 5 mètres de côté. hauteur, 2 mètres.

Nombre de mètres cubes contenus dans le bassin, 50 mètres.

Poids de l'eau, 50,000 kilogrammes.

Hauteur à partir du niveau de la source, 2 mètres.

Poids effectif à 2 mètres de hauteur, 100,000 kilogrammes.

Temps donné pendant lequel le bassin doit se remplir, 50 minutes.

Nombre de pulsations du piston en une minute, 30.

Course du piston, 1 mètre.

Poids d'eau relatif à chaque course, 67 kilogrammes.

Ou nombre de décimètres cubes, 67.

Un cinquième en sus pour les frottements des tubes de conduits, 81 kilogrammes.

Diamètre du piston un peu forcé, 33 centimètres.

On compare rigoureusement le produit de deux fontaines en tenant compte de l'effet dynamique dont elles sont capables dans un temps donné, c'est-à-dire la quantité d'unités dynamiques qu'elles sont susceptibles de donner dans un espace de temps déterminé.

On entend par grandes unités dynamiques, un nombre quelconque de mètres cubes (1,000 kilogrammes) élevés à la

hauteur d'un mètre; les petites unités sont la millième partie des grandes, c'est-à-dire égales à 1 kilogramme élevé à la hauteur d'un mètre.

En supposant donc qu'une fontaine ait élevé en 30 heures, à la hauteur de 20 mètres, une quantité d'eau égale à 400 mètres cubes; à 1 mètre de hauteur, ce produit eût été égal à 8,000 mètres cubes, et pendant une heure, à 266 mètres cubes ou unités dynamiques.

§ 29. POMPES A CHAPELETS.

On connaît plusieurs espèces de pompes à chapelets; mais celle dont on fait le plus souvent usage a été dessinée (fig. 45); elle se compose d'abord d'un système de roues à chevilles formant une espèce de lanterne, d'un axe en B, d'une ou de plusieurs manivelles coudées attenantes à cet axe, quelquefois aussi d'un volant. Les chevilles de cette lanterne, devant servir pour ainsi dire d'engrenage, doivent être également espacées.

O M est un tube ou corps de pompe cylindrique qui, par une extrémité, plonge dans l'eau qu'on veut élever, tandis que l'autre correspond, un peu en dessous de la roue, à un canal ou ruisseau qui conduit les eaux élevées à leur destination.

A A A, A' A' A' est un chapelet en chaîne fabriquée à peu près comme les chaînes de montres, par bandes rivées; mais elle porte de plus, de distance en distance, des excédants de métal, tels que S S S, qui saillissent en dehors de manière à pouvoir engrener, chacun à leur tour, avec les chevilles de la roue. Ils sont également espacés comme les chevilles de la lanterne.

Ce chapelet porte en outre des espèces de rondelles, telles que A A, A' A', qui sont composées de plusieurs lames de cuir épais, superposées et serrées entre deux autres rondelles en métal, mais qui sont d'un diamètre plus petit.

Ces rondelles de cuir sont taillées de manière à pouvoir circuler à frottement dans le corps de pompe M O.

Il résulte de cette construction, qu'en faisant tourner la roue dans le sens convenable, c'est-à-dire dans celui de la flèche dessinée en dessus, le liquide sera aspiré par chaque rondelle arrivant à son tour à l'orifice O, et que de plus ce liquide sera ensuite refoulé par les mêmes rondelles; car chacune d'elles, en montant, fait le vide, ou emporte avec elle l'eau, qui prend son niveau dans le tube plongé.

Ces machines sont employées principalement dans les ar-

senaux de la marine ; elles lancent une grande quantité d'eau ; mais malheureusement elles demandent des réparations fréquentes et coûteuses.

D'abord la grande force qu'éprouvent les maillons des chaînes les allonge, et il arrive qu'au bout d'un certain temps d'usage elles engrènent mal ou elles n'engrènent pas du tout.

Ensuite ces mêmes maillons se polissent, glissent sur les chevilles, et il arrive de ces deux accidents réunis que, sans produire d'effet, la roue tourne quelquefois en glissant sous la chaîne, ou si elle parvient à l'arrêter ce n'est qu'en produisant une forte secousse dont l'inconvénient le plus ordinaire est de casser les maillons qui la supportent.

Dans quelques endroits on a renversé le problème sans en détruire les inconvénients, c'est-à-dire qu'au lieu de fabriquer la chaîne telle que la nôtre, avec des aspérités, elle a été façonnée à maillons creux, destinés à s'arrêter sur chacune des aspérités qu'on a adaptées à la roue à la place des chevilles.

Cette installation donnait lieu aux mêmes accidents ; toutefois, on continue encore à s'en servir pour vider les bassins de nos ports de guerre.

§ 30. VIS D'ARCHIMÈDE.

La vis inventée par Archimède est principalement mise en usage dans les grandes constructions hydrauliques ; elle sert aux grands épuisements, et les effets qu'elle produit, relativement à la dépense de force, sont supérieurs à ceux de toutes les autres machines connues ; car le bélier hydraulique, une de nos meilleures machines, produit les 0,67 de la force employée ; la vis d'Archimède en fournit les 0,74.

La vis d'Archimède (fig. 46) se compose de plusieurs filets enveloppés en hélice autour d'un axe principal, tel que AX, et recouverts d'une enveloppe en planches, liées comme on lie ordinairement celles des tonneaux, c'est-à-dire par des cercles en fer, de manière à ce que l'air extérieur ne puisse se faire issue dans l'intérieur des filets ; l'axe de la machine est supporté par deux points d'appui ; il porte aussi à une de ses extrémités une manivelle AP, destinée à recevoir la force motrice ou un système de communication qui lui imprime la puissance du courant d'eau dont elle doit elle-même en élever une portion.

L'axe de la vis doit former, avec l'horizon, un angle que le calcul détermine, et qui dépend évidemment de l'angle

que forment les tangentes des hélices avec le plan de l'horizon. Encore faudrait-il que ces tangentes ne fussent pas celles de la rencontre extérieure des hélices avec leur enveloppe cylindrique, mais à peu près celle de la section comprise entre le contact de leur tranche intérieure avec l'axe, et celui de leur tranche extérieure avec l'enveloppe. (Voyez le *Traité des Machines*, de M. Hatchette.)

Supposons que la vis ait l'inclinaison voulue, que son extrémité supérieure plonge dans l'eau, et qu'elle soit animée d'un mouvement de rotation convenable, c'est-à-dire d'un mouvement qu'on peut supposer semblable à celui d'une vis qu'on enfonce dans son écrou, en supposant qu'il fût oblique. Alors la portion XYH du liquide sera sollicitée à monter en vertu de sa gravité, tandis qu'elle sera sollicitée à se reproduire par la même raison.

Cet effet est tout-à-fait indépendant de la pression atmosphérique; et si on substitue à l'eau des balles de plomb, qu'on les place dans l'intérieur des hélices, c'est-à-dire de l'espace hélicoïde qu'elles forment entre elles, et qu'ensuite on anime la machine du même mouvement de rotation, ces balles monteront comme l'eau d'abord (1).

(1) On a voulu attribuer les phénomènes météorologiques connus sous le nom de *trombes*, et particulièrement les trombes marines, à des effets semblables à ceux de la vis d'Archimède ; mais nous pensons que cela n'est pas ; et en voici les raisons :

D'abord, passé un certain angle, la vis d'Archimède n'élève plus l'eau ; cet angle est subordonné à l'inclinaison du plan des hélices avec celui de l'horizon ; ensuite, suivant que la direction des plans des hélices se rapprochera davantage du plan perpendiculaire à l'axe, la position de la vis pourra bien se rapprocher de la verticale, mais enfin il y aura une limite d'inclinaison, nécessaire pour que le système constitue une hélicoïde quelconque, capable d'agir sur l'eau.

Or, la plupart des trombes de mer, que nous avons eu l'occasion d'observer très-souvent, se présentent à l'œil sous la forme de deux cônes renversés, dont les deux bases sont attenantes, l'une aux nuages supérieurs, l'autre au niveau de la mer ; elles se réunissent ensuite entre elles, en formant un filet plus ou moins allongé, qui a bien quelquefois une forme hélicoïde, mais cette hélicoïde n'est évidemment due qu'aux oscillations de l'atmosphère ambiante. Ce filet est droit lorsque l'air n'est pas agité, et le phénomène ne dure pas lorsque le vent souffle avec force.

Les moments de calme sont les plus favorables à la formation des trombes, et les plus légers accidents suffisent pour les rompre et les dissiper entièrement. Un boulet de canon, tiré dedans ou à côté d'une trombe, suffit pour la faire crever, et cet effet est moins dû au choc du boulet, qu'à la vibration des ondes sonores de l'air, qui se communique avec une rapidité prodigieuse. Nous avons eu l'occasion de nous assurer de ce que nous avançons ici.

La formation des trombes de mer correspond toujours à un abaissement marqué du

L'extrémité de la vis en A correspond ordinairement à un bassin sous-jacent, destiné à recevoir l'eau.

Dans la vis d'Achimède, le liquide n'étant poussé par aucun frottement de piston ou autre que celui qui est dû à sa pesanteur, et qui se distribue sur les deux tourillons, le frottement de deux tourillons étant celui qui entraine le moins de dépense de force motrice, et de plus cette machine étant tout-à-fait à l'abri des effets de la presse hydraulique, nous pensons qu'elle peut servir de type ou de terme de comparaison pour toutes les autres machines appliquées à l'élévation des eaux.

§ 31. DU BÉLIER HYDRAULIQUE.

Le principe sur lequel repose l'effet du bélier hydraulique est qu'un liquide arrêté d'abord dans un tube quelconque,

mercure dans le baromètre; elle dépend probablement de l'électricité contenue dans les nuages.

On voit d'abord le nuage s'allonger du côté de la mer, d'une manière très-irrégulière, ensuite prendre une forme conoïdale; et, même avant que le sommet du cône ou du filet inférieur qui le termine soit adhérent avec l'horizon, l'eau de la mer s'élève sous la même forme, et finit par se réunir avec le filet supérieur.

Nous n'en avons jamais reçu à bord, mais je tiens d'un officier de marine embarqué sur le navire de guerre *la Torche*, qu'ayant été assailli par un météore semblable, il eut la curiosité de goûter l'eau, dont ils reçurent un assez grand volume de l'arrière: cette eau n'avait nullement la savour de l'eau de mer.

Dans ce cas, l'eau de la mer ascendante avait-elle eu le temps d'abandonner le sel qu'elle tient en dissolution, ou le résultat de cette chute d'eau était-il dû à celle qui est descendue du nuage? L'eau de la mer était-elle soulevée, ou cette trombe était-elle le résultat d'une grande chute d'eau suspendue dans l'atmosphère?

L'expérience de Brisson prouve que l'électricité peut jouer un grand rôle dans ce phénomène; mais pourquoi, à côté de ceux que nous avons observés, et nous en avons compté quelquefois plus de vingt à l'entour du navire, n'avons-nous vu aucun de ces signes ordinaires qui prouvent que les nuages ou l'atmosphère sont fortement électrisés, tels que les coups de tonnerre, éclairs, etc? Probablement que les mêmes causes qui s'opposent au développement de l'électricité, sous de pareils aspects, se réunissent pour concourir entièrement à la formation des trombes.

A terre, ces phénomènes sont accompagnés d'éclairs, de tonnerre et de vents impétueux; mais la plupart de ceux dont nous avons été témoins à la mer ne présentent pas les mêmes effets relativement à la foudre. Quant aux vents, nous en avons bien vu pendant de grands vents, mais bien rarement, et alors ils ne duraient pas.

A la mer, ces phénomènes correspondent à un abaissement de mercure dans le tube barométrique, à un temps très-couvert et à une instabilité de la part du vent, qui alors change souvent de direction.

et dont l'écoulement est rendu libre ensuite, n'acquiert toute sa vitesse qu'après un certain espace de temps.

L'inverse a pareillement lieu, c'est-à-dire que si on arrête spontanément dans un tube l'écoulement d'un liquide quelconque, le moment d'arrêt ne sera pas instantané dans toute la masse du liquide contenu dans les tubes; mais il faudra pour cela un certain intervalle de temps qui, de même que pour l'autre cas, sera relatif à la longueur des tubes, et aussi à la quantité de liquide contenu.

L'élasticité de la matière et du métal des tubes favorise beaucoup ces réactions du liquide; mais dans le bélier hydraulique, on a su en augmenter encore l'effet par des réservoirs d'air ménagés à dessein.

Fig. 41. BTF est un tube auquel on donne communément le nom de *corps de bélier;* il reçoit par B le courant de l'eau dont on veut élever une portion. Ce tube porte deux ouvertures, une en F qui communique à l'air libre, l'autre en S' qui communique avec le réservoir à air KK. Ces deux ouvertures sont calibrées, rodées, et même garnies de cuir, afin de pouvoir recevoir exactement les deux sphères creuses et métalliques S et S'.

Ces deux sphères ou soupapes, qui ne doivent pas être plus pesantes que deux fois leur déplacement d'eau, sont en outre limitées dans leur jeu par des muselières placées en dessous et en dessus de l'une et l'autre ouverture.

La capacité KK est liée avec le corps du bélier de manière à laisser libre un autre réservoir à air OO, de l'élasticité duquel on doit profiter.

Maintenant, voici comment s'opère le jeu de cette machine, dont l'invention est due à Montgolfier:

L'eau de la source arrive par B, et acquiert, en s'écoulant par E, une vitesse relative à la hauteur de son niveau; avant cette opération, les deux boules S' et S, en vertu de leur pesanteur, s'appliquaient, l'une S' contre son ouverture sous-jacente, l'autre S en dedans de sa muselière.

Mais l'eau, en s'écoulant par F, finit par acquérir toute sa vitesse; alors la soupape S est entraînée à se soulever, et s'applique avec force contre l'ouverture en F. La colonne liquide réagit sur les tubes du corps du bélier, sur l'air contenu en OO; et lorsque cet air est suffisamment comprimé, la soupape S' se soulève, et laisse entrer une portion d'eau dans la capacité KK. L'air de cette seconde capacité se trouve aussi comprimé. Ensuite l'eau ayant repris son état d'inertie, les deux soupapes retombent dans leurs places respectives,

l'air comprimé dans l'espace KK se dilate, et l'eau monte dans le tube d'ascension A.

Alors l'écoulement du liquide recommence, et donne lieu aux mêmes phénomènes.

L'air contenu dans les capacités KK et OO se consomme assez promptement; pour l'entretenir, on établit en R une soupape qui ouvre de dehors en dedans. Alors, à chaque descente de la soupape S, cet espace s'alimente d'air, et en fournit même à l'autre capacité KK.

La partie BTF s'appelle corps du bélier.

A, tuyau d'ascension.
RT, tête du bélier.
S, soupape d'arrêt.
S', soupape d'ascension.

M. Hatchette considère le bélier hydraulique comme une de nos meilleures machines, relativement aux effets produits, à la dépense de construction et à la commodité d'installation; mais son produit de 0.67 de la force employée, s'il est supérieur à celui de toutes les autres machines hydrauliques, est encore inférieur à celui de la vis d'Achimède, qui est de 0.74.

Le bélier hydraulique de Montgolfier a reçu ce nom de bélier, eu égard aux secousses énormes produites par le choc des boulets creux contre les orifices qu'ils bouchent dans les temps convenables. Ces secousses produisent probablement dans cette machine le même effet que dans toutes les mécaniques employées dans les arts et métiers, c'est-à-dire une grande destruction de force motrice.

Ces secousses sont-elles nécessaires au jeu du bélier pour obtenir une prompte réaction de la part du liquide, ou n'y aurait-il pas une moyenne telle qu'une bonne portion de ces secousses fût détruite avec utilité dans l'effet?

Ensuite, dans la fabrication du bélier hydraulique, a-t-on bien observé tous les effets qui se rapportent à la presse hydraulique de Pascal?

Par exemple, l'ouverture que bouche la soupape S' n'est-elle pas trop petite? Pourquoi n'est-elle pas du même diamètre que celui de la colonne liquide animée? Et cette soupape, n'éprouvant qu'une portion de pression, relative à la superficie exposée à l'action du liquide, l'écoulement n'y est-il nécessairement pas proportionné?

Et si ces causes de pertes de puissance étaient prévues, le bélier hydraulique ne fournirait-il pas des résultats qui tendraient à se rapprocher de celui de la vis d'Archimède?

§ 32. TONNEAU HYDRAULIQUE.

M. Launay ayant inventé une machine appelée tonneau hydraulique, M. Francœur, au nom du Comité des Arts mécaniques, fut chargé de faire un rapport sur cette machine et celle de M. Gailard (la pompe à incendie perfectionnée). Voici comment il l'apprécie :

« En faisant l'éloge de la pompe de M. Gailard, j'ai fait en même temps celui du tonneau hydraulique. Ces deux machines sont construites sur les mêmes principes et capables des mêmes résultats. En effet, ce tonneau n'est autre chose qu'une pompe à incendie ordinaire, placée dans l'intérieur d'un gros muid, cerclé en fer, semblable à ceux qui servent à porter l'eau. Le réservoir d'air est placé au milieu; l'un des corps de pompe est à l'avant; l'autre à l'arrière du tonneau. La bascule s'étend en long et trouve son appui au-dessus du réservoir; les hommes manœuvrent aux deux bouts, et un mécanisme simple oblige les pistons à demeurer verticaux.

» Voici les avantage qu'on trouve à ce système : le tonneau doit demeurer constamment plein d'eau; la voiture qui le porte doit être sans cesse en mesure de partir avec ses agrès, qui sont dans une bâche en osier, attachée sous la voiture. Un incendie vient-il à se déclarer, on attèle de suite un cheval, le prompt secours permet de penser que fréquemment le feu n'aura pas fait assez de progrès pour qu'il ne soit pas facile de l'arrêter. Le tonneau contient assez d'eau pour produire cet effet désiré.

» Pendant qu'on dépense cette réserve de précaution, la chaîne s'organise, l'eau abonde pour remplacer celle employée, et de grands malheurs peuvent être évités ou réparés.

» Ce tonneau peut surtout être d'une grande utilité pour la campagne où l'on a tant de peine à organiser promptement un service de secours; il vaut encore mieux que les charriots à pompes, parce que ceux-ci ne transportent pas d'eau. Comme, en général, les chevaux de traits ne manquent pas, on pourrait adapter aux deux bouts du tonneau hydraulique deux sièges pour les pompiers, et l'on aurait l'avantage d'une plus grande promptitude dans les secours. »

CHAPITRE III.

Pompes circulaires ou rotatives.

Les pompes mues par l'effet d'une manivelle coudée, dont le mouvement circulaire se réduit ensuite en mouvement rectiligne et alternatif, tel qu'il convient à ces machines, dépensent une grande somme de puissance en pure perte, soit par l'inclinaison des leviers qui, dans plusieurs positions, ne communiquent pas directement la puissance, soit encore par l'effet des volants destinés à égaliser les forces appliquées, mais tout-à-fait impropres à produire une augmentation de puissance quelconque. D'autres causes, attachées à ces complications de mécanisme, d'ailleurs toujours coûteuses, tendent encore à diviser la force motrice sans effet utile.

Pour prévenir ces pertes, on a cherché depuis bien longtemps à obtenir l'ascension de l'eau par des mécanismes où le mouvement circulaire le plus favorable d'ailleurs, quant à l'application de la force motrice, fût adapté immédiatement à la poussée du liquide, de telle sorte que les moments d'intermittence ou d'alternative communs aux pompes ordinaires fussent entièrement détruits.

On trouve dans un ancien ouvrage intitulé *Description du cabinet de M. de Servières*, le dessin d'une pompe circulaire que nous avons reproduit sous la figure 47. A, B sont deux pignons dentés qui engrènent l'un avec l'autre, et qui sont destinés à circuler dans une boîte convenablement façonnée, pour que les extrémités des dents frottent contre les parois de cette boîte après qu'elles ont quitté l'engrenage. Cette boîte est fermée par deux fonds, contre la surface plane intérieure desquels les deux faces de chaque pignon doivent aussi frotter. Les axes traversent ces fonds, et on conçoit qu'il suffit d'appliquer un mouvement circulaire quelconque à l'un des deux pignons pour que l'autre s'anime d'un mouvement contraire.

Ainsi, en supposant que la puissance soit appliquée au pignon A, et dans un sens convenable, c'est-à-dire suivant la direction indiquée par la flèche F, le second pignon sera sollicité à se mouvoir suivant la direction de l'autre flèche.

Supposons en outre que la boîte soit déjà pleine d'eau, alors chaque aile du pignon emportera avec elle une portion de l'eau contenue dans l'espace C, et les intervalles D D D et D'D'D' se maintiendront pleins d'eau. L'espace supérieur E

tendra donc à se remplir davantage, tandis que C, au contraire, tendra à se vider. Dans le premier cas, l'eau sera refoulée par le tube supérieur; dans le second, elle sera aspirée par le tube inférieur. Ce dernier tube porte en outre un clapet qui maintient le plein de la machine lorsqu'elle n'est pas en action.

On conçoit quelle difficulté de construction il faut vaincre pour fabriquer un mécanisme semblable, dont les frottements soient constants, et tels qu'il les faut pour obtenir l'aspiration de l'eau par le tube inférieur, et son refoulement par le tube supérieur. Aussi, cette machine ne remplissait bien ses fonctions que quand la boîte entière se trouvait plongée dans l'eau, et cette circonstance en limitait l'emploi à quelques cas particuliers et peu fréquents.

§ 1er. SYSTÈME DE BRAMAH.

Un mécanicien anglais, Bramah, modifia le mécanisme dont nous venons de parler, de la manière suivante, fig. 47 *bis*. A et B sont deux noyaux ou cylindres garnis, sur leur contour, de quatre ailes, et ensuite de quatre noyures destinées à recevoir les ailes correspondantes de chaque noyau. Ces deux cylindres sont tangents l'un à l'autre, et les extrémités des ailes, qui peuvent supporter des garnitures de cuir, frottent alternativement contre les parois intérieures de la boîte; comme dans le mécanisme précédent, les joues des deux noyaux doivent toucher les fonds de fermeture; mais le mouvement et la puissance se communiquent de l'un à l'autre noyau par un engrenage extérieur qui se compose seulement de deux roues dentées, égales en diamètre, d'un même nombre de dents et fixées sur chacun des axes des deux noyaux. Il résulte de ce mécanisme extérieur, qu'il suffit d'agir sur un des axes, pour que l'autre se trouve entraîné dans un sens contraire; et, comme les roues dentées extérieures ont un même nombre de dents, les ailes des noyaux et les noyures se retrouveront constamment, les unes relativement aux autres, dans la même position.

Les fonctions de cette machine sont semblables à celles de la première, c'est-à-dire que l'espace C, tendant à se vider, l'eau se reproduira par le tube inférieur, tandis que l'espace E recevant continuellement l'eau contenue dans les intervalles DDD, D'D'D', ce liquide sera sollicité à se refouler par le tube supérieur.

§ 2. POMPE A VANNE.

La pompe dessinée dans la figure 48 n'est pas entièrement circulaire; V est une vanne fixée à l'axe X, et qui est destinée à se mouvoir avec lui jusqu'à la rencontre des deux cloisons, dont P et P′ sont les soupapes. Ces deux cloisons comprennent entre elles un espace qui communique directement avec le tube d'aspiration A, et ensuite les soupapes S, S′ sont adaptées aux deux portions des tubes R R′ qui se réunnissent ensuite en un seul R, qui est le tube de refoulement.

Supposons la boîte qui contient les vannes et les deux cloisons, pleine d'eau, supposons aussi que l'axe soit animé d'un mouvement dirigé suivant la flèche, alors l'eau sera refoulée par S en R; la soupape P sera fermée, tandis que de l'autre côté de la vanne l'eau se reproduira par P′, c'est-à-dire par A. Lorsque la vanne sera rendue contre P, elle agira dans un sens contraire, et les soupapes fermées d'abord, s'ouvriront ensuite, tandis que les autres se fermeront : l'eau continuera à monter, et les seules intermittences qu'il y aura seront dues au temps nécessaire pour changer la direction du mouvement.

Cette machine et celles que nous décrirons plus bas, ne doivent pas être placées en dessus des limites d'aspiration, c'est-à-dire en dessus de 10m.40, à partir du niveau de l'eau ; il devient même nécessaire de les laisser baisser bien en dessous de cette hauteur, vu que les ajustements des soupapes et de la vanne ne sauraient être aussi parfaits, et par conséquent fournir des fonctions aussi rigoureuses que celles des pistons et des soupapes des pompes à tubes rectilignes.

§ 3. POMPE A MOUVEMENT DE ROTATION.

Mais en cherchant à inventer une machine à mouvement de rotation immédiat, on avait principalement en vue de détruire les moments d'alternative, et d'obtenir un jet d'eau continu ou constant; alors on essaya le mécanisme de la figure 49 : il se compose d'une boîte cylindrique en métal, dans laquelle se meut circulairement un noyau en forme de trèfle, qui est traversé par un axe; cet axe passe par le milieu de chaque fond de fermeture, se projette ensuite au dehors, et c'est à son carré qu'on applique ensuite la puissance motrice.

Ce noyau doit circuler avec frottement dans la boîte. En-

fin deux tubes, A et R, l'un d'aspiration, l'autre de refoulement, sont adaptés à la boîte dans une position semblable à celle qu'indique la figure; ils communiquent avec sa capacité intérieure.

On conçoit bien que quand même on munirait de soupapes les deux tubes dont nous venons de parler, on aurait beau tourner l'axe avec rapidité, et par conséquent le noyau, aucune puissance ne solliciterait l'eau à monter dans l'intérieur des tubes; mais si on interpose une cloison C, de manière à séparer la communication des deux tubes, et de telle façon qu'en glissant sur le plan incliné que chaque aile du noyau présente, elle puisse s'élever et s'abaisser à propos pour le laisser passer, il arrivera que l'eau rencontrant un obstacle (la cloison C) dans sa course, sera poussée par en haut, et obligée de se reproduire par le bas; car pour l'eau, comme nous l'avons dit tout-à-l'heure, et en supposant la machine parfaite, le vide ne saurait s'établir dans la capacité de la boîte, si cette dernière est située en dessous de 10m.40.

Pour obtenir quelques résultats passables, cette espèce de pompe demande des conditions de fabrication qui ne s'accordent point avec un long usage; il faut que la cloison interposée soit tellement ajustée, que l'eau poussée contre elle ne puisse passer outre; il résulte de là un frottement qui s'augmente encore du poids nécessaire de cette cloison, ou du frottement d'un ressort équivalent.

Ensuite les frottements nécessaires des faces, du noyau et des ailes, contre chacune des parois intérieures de la boîte, dépensent une grande portion de la force motrice; ils sont d'ailleurs trop considérables pour rester constants, et rendent raison du peu d'application qu'a reçu cette machine.

La plupart des pompes à mouvement de rotation continu, dans les pièces qui composent leur mécanisme, ne sauraient supporter des garnitures en cuir. Leur fabrication en métal devient favorable, aux dilatations près, lorsque ces machines sont adaptées à des eaux chaudes, mais les progrès de l'usure produite par des frottements de métaux contre métaux, sont tels, qu'elles ne résistent pas à un long usage, surtout lorsqu'elles sont dans le cas d'aspirer des eaux mêlées de sable, et cela dans les grandes limites d'aspiration, c'est-à-dire aux environs de 10m.40. Ensuite, ces machines étant ordinairement fabriquées en cuivre jaune ou laiton, cette matière, lorsqu'elle est un peu chauffée, est douée de la singulière propriété de ne fournir qu'un frottement très-dur et raboteux, dont le moindre inconvénient est de dépenser une grande somme de puissance.

Cependant, comme il importe aux industriels et aux habitants des campagnes, de connaître les moyens les plus favorables à élever les eaux ; aux navigateurs, les procédés les plus capables de soustraire l'eau que mille accidents imprévus peuvent accumuler spontanément dans la cale des navires; que d'ailleurs, malgré les défauts dont nous venons de parler, la suite peut faire découvrir des moyens de correction qui utilisent l'usage des pompes circulaires, on nous saura peut-être gré d'attirer l'attention sur ce nouveau genre de machines.

§ 4. POMPE STOLTZ.

La figure 50 représente une partie du mécanisme d'une pompe circulaire dont on a détaché les deux fonds de fermeture. La boîte principale D N E est circulaire, mais on a fixé dans sa capacité intérieure, d'abord une lame courbe en métal D F H I G E, qui est aussi épaisse que la boîte, et dont une des tranches se trouve adaptée d'une manière solide à un des fonds fixes de la boîte, tandis que l'autre tranche s'appuie contre l'autre fond quand la boîte est fermée.

Cette courbe, qui s'avance d'une certaine quantité vers l'axe X, c'est-à-dire vers le centre de la boîte, s'appuie aussi sur un prolongement de métal établi en C, et qui sert de cloison; elle est percée de plusieurs ouvertures en F, H, I, G, destinées à conduire l'eau dans les tubes correspondants A et B.

Cette courbe et la paroi supérieure et circulaire de la boîte principale forment entre elles une espèce d'ellipse irrégulière, dont l'axe n'occupe plus le centre.

Une autre courbe K L M Z est adaptée au fond fixe, et est parallèle avec l'ellipse dont nous venons de parler. On l'appelle courbe directrice.

Les pièces dont nous venons de donner la description sont toutes immuables avec le corps principal de la boîte.

La figure 51 représente une autre pièce qui entre dans le mécanisme de cette pompe. C'est une espèce de couvercle, fendu en quatre endroits, et qui a la forme de ceux qui servent ordinairement à fermer les tabatières; circulaire comme elles, il est aussi muni d'un fond et d'un rebord, ou d'une paroi qui s'étend plus ou moins; il est fixé à l'axe de rotation et tourne avec lui.

Supposons maintenant cette pièce renversée sur le système représenté fig. 50, de manière à ce que l'axe passe en X; que dans les échancrures on place des palettes mobiles, et

dont les dimensions soient telles, qu'elles puissent circuler avec un frottement doux entre les deux courbes parallèles et entre les deux fonds de fermeture; alors, si on tourne l'axe, les palettes seront sollicitées à parcourir l'intervalle qui sépare les deux courbes, tantôt en s'éloignant du centre X, tantôt en s'en rapprochant d'une certaine quantité.

La figure 52, dégagée de la courbe DHIE et des tubes A et B, représente une section du système par un plan suivant DE (fig. 53). RV se rapporte à la figure 51; KM à la courbe directrice KLMZ (fig. 50).

Or, le noyau RV (fig. 53) se trouve en contact avec la cloison C; donc, en tournant l'axe, c'est-à-dire ce même noyau, chaque palette passera à son tour au point de contact.

Maintenant, supposons la boîte fermée et pleine d'eau, que le tube A plonge dans un réservoir, et qu'on fasse mouvoir l'axe de la machine, suivant RVY (fig. 53), alors l'eau contenue en O sera poussée, dans le même sens, par la palette Y; celle qui est contenue en Q, par la palette R; et ces masses d'eau ne pouvant dépasser le point de contact, suivront la direction de la flèche pour se refouler en B. Ensuite le vide ne pouvant subsister dans l'intérieur de la boîte, si elle est placée en dessous de $10^{m}.40$, cette même eau sera obligée de se reproduire par A; il en résultera ainsi une aspiration et un refoulement continu qui ne sera affecté d'aucune de ces alternatives communes aux pompes ordinaires.

On peut ensuite ajouter immédiatement à l'axe de la pompe un volant, qui, on le sait bien, n'augmente pas la puissance motrice, mais qui, s'il tend à la diminuer insensiblement, jouit aussi de l'avantage d'en régulariser l'effet.

Malgré l'application d'un point d'appui à ressort destiné à prévoir l'usure du point de contact en C, malgré celui qui a été adapté à la courbe KLM (fig. 50), ces machines, relativement à l'usure du métal contre métal, présentent quelques inconvénients qui en retardent l'adoption.

Si les palettes seules s'usaient, une dépense minime suffirait à leur remplacement; mais cet accident est moins à craindre que celui qui est la conséquence de l'usure des deux courbes dont le parallélisme est nécessaire; de cette usure inégale il résulte que des palettes neuves ne sauraient convenir dans toutes les positions, car, frottant avec difficulté dans quelques cas, elles pourraient être aussi trop libres dans d'autres.

La plupart des défauts que nous venons de signaler cessent presque entièrement lorsque ces machines sont placées à une distance médiocre de l'eau qu'on veut puiser; mais la

quantité d'eau qu'elles peuvent fournir relativement à la force employée, est bien supérieure à celle de toutes les machines connues.

Ensuite, depuis que nous avons examiné ces pompes, elles ont supporté, de la part du mécanicien qui les fabrique, des modifications qui, sans doute, ne peuvent être qu'avantageuses. Celle que nous avons apportée à l'une d'elles nous paraît obvier à la plupart des inconvénients précités ; elle consiste à fabriquer chaque palette en deux pièces à coulisse (fig. 54), capables de s'étendre ou de se raccourcir, quelles que soient les ondulations des courbes, et cela par l'interposition d'un ressort placé en A. On a de plus disposé la palette intérieure, de manière à recevoir une garniture de cuir telle que BC, qui se compose de plusieurs feuilles de cette même matière, superposées et réunies ensuite dans un encadrement en laiton.

Voici les soins et précautions que recommandent les fabricants des pompes dont nous venons de parler, et qui ont été perfectionnées par Dietz.

§ 5. POMPE DE DIETZ.

« Si l'eau à puiser est sujette à charrier du gravier, ou contient en grande abondance des sels calcaires ou de la vase, quoique le mécanisme de la pompe n'en puisse être altéré (1), pour prévenir l'engorgement du tuyau d'aspiration, ce qui pourrait nuire au jeu du clapet, on peut circonvenir la partie du tuyau percée circulairement de petits trous, d'un récipient en toile métallique ou en osier Z', fig. 55.

» Dans la disposition indiquée par la figure, le mouvement de la manivelle doit être imprimé de gauche à droite, car, bien qu'elle puisse être manœuvrée indifféremment dans les deux sens, quand elle est privée de ses agrès, on conçoit que l'aspirateur étant muni d'une soupape, le mouvement contraire qui tendrait à ramener et à refouler l'eau dans le tuyau plein qui ne peut se vider, finirait, après avoir vaincu une certaine résistance, par en opérer la rupture.

» Quoique ces pompes puissent très-bien se conserver à l'air, et exposées à la pluie, un amateur soigneux devra faire graisser de temps en temps les parties de la machine qui sont en fer, afin de les préserver de la rouille (2), et

(1) Nous ne sommes pas tout-à-fait d'accord avec les fabricants sur ce point-là.

(2) Les effets de la rouille ou de l'oxyde dont il est question, sont le résultat de la

même il couvrira tout l'appareil d'une boîte en bois peint, ou en fer-blanc, de manière à ne laisser en dehors que le volant, la manivelle et même l'engrenage si on en adapte un. Pendant la gelée, il faudra également la garnir de fumier ou autrement, et avoir soin de retirer la vis indiquée par T, tourner quelques tours la manivelle pour vider la pompe; en prenant ces précautions, la pompe ne gèlera pas. Il faut avoir soin de graisser cette pompe tous les quinze jours, plus ou moins, selon le service qu'elle fera, en y introduisant de l'huile seulement par le trou de la vis indiquée aux environs de l'axe par ce signe †.

» Si toutefois, par un long travail, en la graissant seulement avec de l'huile, la pompe ne fournissait pas l'eau qu'elle doit, ou qu'elle manquât d'aspiration, il s'agirait de renverser le corps de pompe sur son plat, et faire fondre une ou plusieurs chandelles, selon la dimension de la pompe, d'introduire ce suif bien chaud par le trou de la vis ci-dessus indiqué, ayant soin, en le versant, de faire tourner l'axe de la pompe : en suivant ce moyen, on pourra la conserver très-longtemps.

» Il arrive qu'on attribue quelquefois à la pompe un désordre apparent dans ses fonctions, qui lui est étranger. La cause en est presque toujours dans l'état défectueux des raccordements ou du clapet : les raccordements, faute de jonction hermétique, ne s'opposant pas toujours complètement à l'introduction de l'air extérieur, et le clapet étant sujet au double inconvénient, ou de laisser échapper l'eau lorsqu'il est tenu entr'ouvert par la présence de quelque corps étranger, ou de ne pas obéir au mouvement d'aspiration, lorsque le clapet se trouve engorgé par la vase. Ce sont ces parties seules qu'il s'agit alors de visiter et de rajuster convenablement : le corps de la pompe n'étant par lui-même sujet à aucune altération, pourvu qu'il soit préservé des atteintes de la gelée.

» Toutefois, il se rencontre dans le commerce des plombs de mauvaise qualité sujets à s'exfolier en lames minces, lesquelles se détachent de la paroi interne des tuyaux, et étant

décomposition de l'eau, qui est produite par l'électricité contraire qu'acquièrent deux métaux d'espèce différente lorsqu'ils se touchent : cet effet est augmenté par le contact de l'eau, se rapproche de celui d'une pièce de la pile voltaïque, et peut se prévenir facilement en fabriquant l'axe de même métal que celui de la boîte, en cuivre par exemple. Mais alors il convient de lui affecter un plus fort calibre, et de bien l'écrouir, afin de le rendre capable de résister à la force appliquée : la résistance du fer est à celle de cuivre comme 3 est à 2, 7, à peu près.

aspirées jusque dans le corps de la pompe, s'introduisent entre les pièces mécaniques et arrêtent le mouvement. Il n'y a d'autre moyen alors, pour en retirer ces feuilles de plomb, que d'ouvrir la boîte en desserrant les vis † †, et d'enlever chacune des pièces, c'est-à-dire les quatre palettes qui jouent dans le noyau intérieur, puis le noyau lui-même; ce qui peut être exécuté par un ouvrier tant soit peu intelligent. Il remettra soigneusement les pièces à leurs places, et fermera la boîte après avoir intercalé entre les deux bords de cette dernière et leur couvercle une feuille de papier bien pareille à celle que l'on aura retirée, enduite en dessus et en dessous de blanc de céruse à l'huile.

» Pour obvier au même inconvénient, il faut avoir soin de supprimer les bavures qui se forment autour des petits trous que l'on perce à l'extrémité du tube d'aspiration.

» Si par suite d'un long usage, l'eau venait à filtrer par la partie qui est traversée par l'arbre ou essieu, il serait facile d'y remédier en rajustant ou changeant la rondelle de cuir qui se trouve renfermée dans la petite boîte à cuir placée à cet endroit.

Quantité numérique d'eau que les pompes de Dietz peuvent fournir.

	Quantité d'eau élevée pour une révolution de l'arbre.		Quantité d'eau fournie par heure.
Nos	*centim. cubes.*	*litres.*	*en mètres et décim. cubes.*
1	238.00	864	0.784.72
2	357.00	1,296	1.268.26
3	714.10	2,592	1.487.72
4	892.63	3,456	3.427.72
5	1.388.54	5,400	5.347.25
6	1.083.64	7,932	7.575.26
9	3.173.82	12,000	11.345.77
12	8.252.00	30,000	29.752.65

J'ai vu une de ces pompes placée sur le bord d'un ruisseau et mise en mouvement par ce ruisseau à l'aide d'un engrenage, absorber presque toute l'eau qui lui sert de moteur et la monter dans un bassin d'une grande étendue, qu'elle tient toujours plein; ce bassin est au point le plus élevé du jardin en terrasse, il se dégorge dans d'autres placés plus bas, et la pompe suffit grandement à un arrosement considérable. Le propriétaire qui l'a fait établir est abonné avec le fabricant qui, moyennant 10 francs par an, entretient la pompe en

bon état ; chaque année, au mois de novembre, on envoie le mécanisme, pesant à peu près 60 kilogrammes, au constructeur, et 10 jours après on peut le remettre en place.

§ 6. POMPE DE ROUFFET.

La figure 56 représente un autre système de pompe circulaire : ABCD est une boîte circulaire en laiton, semblable à celle dont nous avons parlé plus haut. Un noyau cylindrique intérieur, adhérent avec l'axe moteur, est placé excentriquement de manière à tangenter un des points de la paroi intérieure de la boîte.

Ce noyau est divisé en quatre parties, ou plutôt il porte quatre ouvertures diamétralement opposées, destinées à recevoir les quatre palettes P P P′ P′ ; ces capacités sont telles que ces palettes et leur ressort R puissent s'y noyer entièrement.

Ces ouvertures du noyau ne communiquent pas entre elles par un canal égal à leur calibre, mais seulement par une petite ouverture qui traverse l'axe et la partie du noyau qui n'est pas coupée. Ces petites ouvertures sont destinées à recevoir des chevilles, et ces chevilles à pousser chaque ressort et par conséquent chaque palette qui appuie au-dessus.

Nous avons dit que le noyau était placé excentriquement dans la boîte de manière à tangenter la paroi intérieure. Deux tubes A et B sont, en outre, disposés pour communiquer avec la capacité de la boîte ; l'un sert de tuyau d'aspiration, l'autre de refoulement, et ces deux tubes, séparés par le point de contact, ne sauraient communiquer directement ensemble.

P′ P′ représentent deux palettes dans la position de leur plus petite étendue ; la cheville L L maintient leur écart ; mais si on fait tourner l'axe jusqu'à ce que cette position soit devenue semblable à la seconde P P, il est bien évident que les extrémités des palettes ne seront plus en contact avec la paroi circulaire de la boîte ; il s'en faudra de la différence entre la longueur de la corde et celle du diamètre. Les palettes se communiquent bien leur poussée réciproque par l'effet des chevilles mobiles, mais elles ne sauraient remplir cette différence, quelque minime qu'elle soit. Nous disons *quelque minime*, car il est possible de la rendre presque nulle, et cependant d'obtenir des volumes d'eau très-satisfaisants.

Or, pour remplir cette différence, on adapte à chaque ex-

trémité des chevilles, ou même à une seule, des ressorts dont l'effet, pour les plus grandes dimensions de pompes, peut se borner à remplir un déplacement de 5 ou 6 millimètres.

On remarquera que cette disposition, quels que soient les effets de l'usure, tend aussi à les prévoir, puisque l'action des ressorts et continue et concourt incessamment à l'application intime des parties frottantes. On sait que les ressorts fabriqués en laiton bien écroui jouissent d'une qualité égale, dans quelques cas même, supérieure à celle de l'acier, et qu'ils sont de plus très-peu altérables dans l'eau, même dans celle de la mer; et d'ailleurs, dans notre machine, leurs fonctions étant très-bornées, leur qualités élastiques ne sauraient s'altérer même après un très-long usage.

On ne s'est pas contenté d'adapter à ces machines les moyens de corrections que nous venons de citer, on a voulu aussi que tous les frottements de métal contre métal fussent supprimés et remplacés par des frottements de métal contre cuir : à cet effet, chaque palette a été composée de feuilles de cuir superposées et réunies entre elles au moyen de vis, de manière à laisser dépasser leurs tranches pour être soumises au frottement, fig. 57. Cette assemblage constitue une espèce de boîte qui doit contenir le ressort correcteur dont nous avons parlé plus haut.

Nous avons dit dans le principe que le noyau était fendu en quatre parties, de manière à ce que des capacités, capables de contenir les palettes et leurs ressorts, y fussent ménagées. Mais la seule portion de ce noyau qui n'est pas coupée, au milieu de laquelle passe et est fixé l'axe de la pompe, ne serait évidemment pas suffisante pour donner une solidité convenable au système. Mais on remarquera que ces quatre portions de noyau se trouvent encore liées entre elles par l'excédant circulaire de métal O O, fig. 58 et 56 : or, ces disques métalliques, parties intégrantes du noyau, frottent également sur des anneaux de cuir, et à cet effet, les noyures des fonds dans lesquelles ils doivent se perdre, sont ménagées plus profondes. Cette dernière disposition a cela d'avantageux qu'elle concourt particulièrement à empêcher l'introduction de l'air dans les boîtes, car nous devons prévenir que c'est encore à cette introduction d'air par les tourillons, qu'on doit une grande partie des perturbations qui, dans les grandes limites d'aspiration, affectent le jeu de la pompe de Dietz.

Le jeu de ces machines est semblable à celui des pompes dont nous avons parlé plus haut. Si le prolongement du tube A

plonge dans l'eau, en tournant la manivelle et par conséquent le noyau dans le sens indiqué par les flèches, la capacité K tendant à s'augmenter, se remplira d'eau après avoir chassé l'air, ou si elle est déjà pleine d'eau, les palettes qui se suivent, la pousseront en lui faisant parcourir la route P′PP′. Chaque palette passera à son tour, et au point le plus culminant de la course, et ensuite au point de contact; le vide ne peut pas s'établir dans la boîte, et les mêmes capacités qui tendaient à s'augmenter dans le principe, diminueront ensuite; le liquide, arrêté au point de contact du noyau et de la boîte, se trouvera ainsi obligé de refouler par le tube d'en haut, et de se reproduire par celui d'en bas.

Cette machine jouit d'un avantage que n'a pas celle de Dietz, ni les autres pompes circulaires; c'est que tous les frottements étant obtenus au moyen du cuir, cette dernière matière seule peut se dégrader par l'effet de l'usure. Le corps principal de la boîte et les autres parties du mécanisme resteront intacts, et une réparation peu coûteuse (subordonnée probablement au temps que le cuir met à se pourrir dans l'eau), à la portée des ouvriers que comportent ordinairement les villes ou les navires, le rendra à son premier état.

§ 7. POMPE ROTATIVE DE BALIN ET HUSSENET.

La pompe dont il s'agit est la pompe Servières dont il a été question précédemment, mais perfectionnée suivant MM. Balin et Hussenet; elle est applicable aux usages agricoles, industriels et domestiques; elle peut être fixe ou mobile; elle remplacera avec avantage celles employées jusqu'à présent dans la marine et pour combattre les incendies. Voici comment les auteurs en décrivent la structure et les avantages :

Les principaux caractères de notre pompe, disent-ils dans leur brevet en date du 27 mai 1836, sont de donner un jet continu, d'aspirer et de jeter à une grande hauteur un volume d'eau avec emploi de force moindre que celui exigé par les pompes actuelles, de présenter un mécanisme simple, durable, qui ne nécessitera que très-rarement des réparations, et dans lequel les réparations seront toujours très-faciles. Cette pompe est d'ailleurs susceptible d'atteindre la plus grande puissance et d'être abaissée à la plus faible par l'extension ou la réduction de son format.

En décrivant sa composition, nous ne spécifierons pas les divers accessoires qu'elle admet, comme toutes les autres pompes connues jusqu'à ce jour, nous indiquerons seulement ce qui constitue l'invention et le perfectionnement.

L'élévation de l'eau et sa projection s'opèrent, au moyen de deux pignons, de huit, dix ou douze dents évidées sur leurs méplats, renfermés dans une boîte de métal garnie, à l'intérieur, de cuir ou de toute autre matière susceptible d'une adhérence parfaite avec les parois de la boîte et les dents des pignons lorsque ces deux pignons, qui s'engrènent à fond l'un sur l'autre, sont mis en mouvement, soit par un volant, soit enfin de toute autre manière.

Nous décrirons succesivement chacune des pièces représentées dans les figures 249 à 257, en déterminant leurs fonctions.

La pièce principale, celle qui contient tout le système, est la boîte figurée au plan sous les figures 249, 250.

Cette boîte renferme deux pignons armés de huit, dix ou douze dents : les deux pignons doivent être égaux; ils s'adaptent exactement, dans leur mouvement de rotation et en s'engrenant à fond, aux parois intérieures de la boîte : l'un des pignons seulement est mu par la manivelle, l'autre obéit à son mouvement par l'engrenage.

La boîte *a* se compose de quatre parties principales.

Le corps de la boîte qui se fait préférablement en fonte, mais qui peut être de tout autre métal et même d'autre matière.

Ce corps figure deux cylindres couchés et réunis par une section d'un plan vertical faite sur chacun d'eux : le dessin en donne nettement l'idée.

Ce corps de la boîte est percé de deux trous, dont l'un doit communiquer avec la masse liquide à aspirer, tandis que l'autre sert d'échappement au liquide aspiré.

Le trou d'échappement T, sur la figure 250, est rond et d'une surface égale au trou d'aspiration.

Fig. 251, plaques de la boîte qui s'ajustent avec elle par les moyens ordinaires.

O, O, fig. 249, oreilles aux extrémités de la plaque ; elles reçoivent des vis ou des broches de fer, selon le besoin, et peuvent être scellées.

Ces plaques portent chacune deux parties, creuses à l'intérieur et saillantes à l'extérieur, destinées à recevoir les tourillons des pignons ; ces cavités, que nous nommons chapeaux, sont au centre de chacun des cylindres, dont la réunion forme la boîte : ils sont désignés par les lettres C, C.

L'un de ces chapeaux n'existe réellement pas; il est remplacé par la manivelle que l'on fixe sur l'arbre d'un des pignons, comme on le voit en *c'* dans les figures 249 à 257 :

on peut mettre une manivelle à chaque arbre et même deux manivelles par arbre.

Fig. 252, plaques en cuivre qui servent à doubler intérieurement les plaques latérales pour éviter la rouille.

Les deux pignons sont en tout semblables, si ce n'est que l'arbre de l'un des deux doit être disposé pour recevoir la manivelle ou les manivelles, si l'on en met à chaque extrémité des arbres des deux pignons.

Ces pignons sont composés de huit, dix ou douze dents, égales entre elles dans les deux pignons pour produire un engrenage parfait, et combinés avec le corps de la boîte, de manière à ce que l'arête des dents touche presque la paroi intérieure des cavités cylindriques.

Nous dirons plus bas par quel moyen on parvient à faire adhérer l'arête des pignons aux parois de la boîte.

Les dents sont évidées, et toute la partie du pignon qui doit frotter contre les plaques l'est également pour recevoir et conserver l'huile ou les matières grasses avec lesquelles on a soin d'entretenir le jeu du mécanisme.

Fig. 553, garniture du corps de la boîte : cette garniture est une partie capitale dans l'invention et le perfectionnement de notre pompe ; elle se compose d'une bande de cuir ou de toute autre matière susceptible, comme le cuir, d'établir une adhérence parfaite entre le corps de la boîte et les dents des pignons, tels seraient, par exemple, le caoutchouc, le feutre, les tissus de lin, de laine, etc., etc. ; nous préférons le cuir, parce qu'il est commun, souple, élastique, solide, et qu'il admet convenablement les préparations huileuses qui donnent du corps et rendent le frottement des dents plus doux et plus juste.

La bande de cuir qui garnit le corps de la boîte doit être taillée de manière à en couvrir exactement toutes les parois ; il faut qu'elle soit appliquée sur ces parois, de sorte qu'elle ne retombe jamais dans les dents, ce qui gênerait le jeu des pignons, et que, pourtant, elle y adhère toujours ; c'est-à-dire qu'il faut produire l'adhérence sans détruire complètement l'élasticité.

A cet effet, nous attachons la bande de cuir en la coupant à chaque extrémité en biseau, en la faisant entrer par force dans la boîte, et chaque extrémité venant s'ajuster dans les angles aigus ménagés dans la boîte, près des trous d'aspiration et de jet, nous l'assujettissons, en outre, par une vis à chaque angle et une autre au centre de la surface, lesdites vis, avec rondelles en cuivre, affectant la forme cylindrique. (*Voir* le plan figuré 253.)

L'invention de cette garniture a seule donné à notre mécanisme l'application de sa puissance; sans la garniture, le jeu des pignons était inexact, les dents s'usaient vite, si elles touchaient les parois de la boite, elles pouvaient s'y briser; en tous les cas, il y avait dureté et défaut de précision, l'aspiration se faisait mal, la projection de l'eau était incomplète. On obtient, au moyen de la garniture, des avantages inappréciables.

L'exécution de la pompe est plus simple, son maniement est plus doux et plus facile.

La précision, dans le contact des dents, des pignons et des parois de la boite, est sûre et durable.

Dans le cas où le cuir viendrait à s'user, on le remplace sans frais.

Si les dents sont un peu usées, on obvie à cet inconvénient par une garniture de cuir plus forte, ce qui, en conservant le mécanisme, procure une économie notable.

Enfin, les chances d'accidents, que le jeu des deux pignons en fonte dans une boite de métal rendait fréquentes, disparaissent.

Cette garniture était, nous le répétons, le complément indispensable du mécanisme; c'est elle qui l'a rendu applicable, et son principe, comme la réalisation, forme le caractère essentiel de notre découverte.

Nous terminerons la description par une figure qui représente la pompe dans son ensemble; nous avons supprimé une plaque latérale pour laisser voir le mécanisme, fig. 254.

Nous répétons que cette pompe comporte tous les accessoires, tous les moyens d'application jusqu'ici connus et pratiqués; nous n'entrons, à cet égard, dans aucun détail, ces modes d'application étant étrangers à notre invention.

Dans la pompe précédente, le corps de la boite est percé de deux trous, dont l'un doit communiquer avec la masse du liquide à aspirer, tandis que l'autre sert d'échappement à ce liquide aspiré; ces trous sont indiqués sur les figures par les lettres T T : le trou d'échappement est rond, fig. 254 et 255.

Depuis, on a reconnu de graves inconvénients à faire sortir l'eau par le trou situé à la partie moyenne de la face latérale de la boite, il y a plus d'avantage à supprimer cette ouverture et à l'établir presque à la partie moyenne de la plaque qui sert de couvercle de dessus, ainsi qu'il est décrit dans le dessin.

Fig. 254, plaque intérieure de la boite qui s'ajuste avec elle par des moyens ordinaires : cette plaque porte deux

parties creuses à l'intérieur, destinées à recevoir les tourillons des pignons ; c'est entre ces deux parties saillantes à l'intérieur, et presque à sa partie moyenne, qu'est présentement placé le trou d'échappement : d'ailleurs il est désigné dans la figure 254 par la lettre *t*. A ce trou d'échappement on adapte un tuyau pour la facilité de la projection de l'eau : il est figuré, dans ce plan, par la lettre M.

§ 8. SYSTÈME DE POMPE AUX TROIS QUARTS ROTATIVE, DE M. CHAMPONET.

Le caractère distinctif de l'invention consiste dans la disposition spéciale des clapets qu'il est facile de mettre à découvert pour les réparer au besoin ; dans l'organisation particulière du corps de pompe que mantient la pompe constamment amorcée ; dans la disposition de la manœuvre à segment denté, qui permet, avec une course ordinaire de la bringuebale, d'obtenir une rotation des trois quarts à une grande vitesse.

Fig. 258, coupe verticale de la pompe, vue de face.
Fig. 259, coupe verticale, prise transversalement.
Fig. 260, élévation de face de la pompe avec sa manœuvre.
Fig. 261, vue par-dessus ou projection horizontale.

1, corps de pompe en fonte de fer.

2, palette faisant le vide ; cette palette est en fonte de fer, sur les trois côtés qui doivent recevoir le cuir, il y a une rainure dans laquelle entre une tige de bois dur, assemblée à coulisse, à fleur de la fonte ; le cuir faisant piston est vissé sur la tige de bois ; il contourne l'arbre de la palette avec une nervure saillante, qui entre dans une rainure de la plaque formant matrice, ce qui remplace le stuffing-box, ou boîte à graisse.

3, cuir formant le piston.

4, vis fixant le cuir 3 à la palette 2.

5, tige de bois dur assemblée à queue d'aronde dans la palette 2.

6, arbre de la palette qu'on remplace à volonté en cas d'usure, et qu'on démonte pour renouveler les cuirs de la palette.

7, cuir frottant sur la palette pour maintenir le vide, ce cuir est placé dans une rainure percée de part en part dans le corps de pompe.

8, plaque de fer placée sur le cuir 7.

9, ressort placé dans la rainure sur la plaque de fer 7.

10, tuyaux d'aspiration contournant le corps de pompe, ainsi que les flèches l'indiquent.

11, logement des quatre clapets ; il suffit d'enlever l'écrou du boulon 22 et la plaque pour que les clapets soient à découvert.

12, clapets garnis de cuir.

13, réservoir d'air.

14, dégorgeoir, ou tuyau d'émission.

15, bouchons à vis, pour donner de l'air au réservoir, afin de faire jet continu.

16, oreilles pour sceller le corps de la pompe.

17, deux plaques vissées sur les deux faces de la pompe tenant l'arbre de la palette.

18, vis des deux plaques fixées sur le corps de la pompe.

19, plaques de la boîte renfermant les clapets.

20, cuir pour garniture entre les plaques et les clapets.

21, cheville à talon vissée sur la plaque de derrière pour tenir les clapets.

22, boulon à écrou serrant les deux plaques, avec garniture en cuir, contre la boîte à clapets ; ce même boulon porte le balancier 24 qui correspond à la manœuvre 28.

23, chevilles fixant les plaques 19 au corps de pompe.

24, balancier avec son engrenage en fonte de fer.

25, engrenage tenu à l'arbre de la palette.

26, coussinet de l'arbre.

27, vis de pression du coussinet du balancier.

28, manœuvre ou bras du balancier ajusté au moyen d'une clef 29.

29, clef du balancier.

30, écrou de l'arbre du balancier.

31, rondelle du balancier.

32, Vis pour fixer l'arbre 6 dans la palette 2.

§ 9. POMPE ROTATIVE, DE M. BOHMÉ.

La figure 262 représente la vue générale d'une pompe rotative, aspirante et foulante ; cette pompe est construite en fer, fonte, acier et cuivre, et peut recevoir son mouvement par manivelles, engrenages ou courroies ; elle fonctionne facilement à bras ainsi que par moteur ; elle est susceptible d'être appliquée à une foule d'usages, soit comme pompe de citerne et de puits, pour cuisines et usines ; elle a l'avantage sur les autres, qu'elle est construite en métal solide, sans garniture de cuir, quoiqu'on puisse en mettre, comme, par exemple, en remplacement des pièces de rapport qui sont en

acier; fonctionnant à l'eau chaude comme à l'eau froide; d'une légèreté remarquable; n'étant susceptible d'aucun dérangement, en raison de sa simplicité. Son application pour les pompes à incendie est bien préférable à celles à cylindre, par la raison qu'elle est beaucoup plus légère à faire fonctionner, ainsi qu'à transporter; trois hommes suffisent pour la manœuvre d'une de ces pompes. Pour les grands épuisements, cette pompe permet de rendre de grands services, parce qu'elle débite beaucoup, quoique étant mue avec peu de force. Enfin, elle est applicable à tous les usages d'hydraulicité sans exception.

1, rebord de la pompe sur lequel vient se joindre le couvercle.

2, parois intérieures.

Ces parois ont une coupe telle, que quand l'autre est à sa place, la lame aspirante et foulante, faisant fonction de piston, se trouve être dans son parcours toujours de la même longueur, ce qui pourrait la dispenser d'être élastique sur les bouts; mais alors on tombe dans les vices des pompes ordinaires. Pour obvier à cet inconvénient, j'ai donc ménagé des lèvres aux bouts de la lame, dans lesquelles vient se fixer une pièce de rapport en acier, dont je donne la description plus loin, qui, étant poussée par chaque extrémité par un ressort, vient compenser l'usure qui, par la suite, pourrait subvenir.

3, arbre moteur ayant une mortaise dans laquelle vient se mouvoir librement la lame qui fait les mêmes fonctions qu'un piston dans les pompes à cylindre, et se trouve, par conséquent, être aspirante et foulante dans cette pompe.

Cet arbre peut être plein ou creux, c'est-à-dire pouvant posséder une cavité dans l'épaisseur de son mameion; cette cavité, que je fais maintenant à tous les arbres de mes pompes, est très-nécessaire par la raison que, la lame ayant moins de frottement, opère avec plus de facilité son mouvement de va-et-vient, ce qui la rend plus légère. Les cônes qui se trouvent de chaque côté du mamelon sont faits pour ramener toujours l'arbre à sa place, et, au besoin, pour roder contre les plateaux, s'il est nécessaire.

Cet arbre, par sa position excentrique, présente toujours un point de refoulement, qui, jusqu'ici, formait une obstacle à presque toutes les pompes à rotation; car dans cette position, je peux très-bien, si je ne voulais pas me servir de ma lame, adapter contre l'arbre, au moyen de charnières, deux ou trois vannes qui, se trouvant ouvertes lors de l'aspiration, viendraient se replier contre l'arbre à la fin du refoulement, et qui feraient, par conséquent, le même effet que ma lame.

4, fig. 262 et 267, lame aspirante et foulante, engagée dans la mortaise de l'arbre moteur.

Cette lame se meut librement dans la mortaise par un mouvement de va-et-vient, en raison de ce qu'elle est, dans son mouvement imprimé par l'arbre moteur, repoussée à l'une ou à l'autre de ses extrémités par le frottement des parois intérieures, qui décrivent une ligne excentrique telle, que la lame, passant en un point quelconque par le centre de l'arbre moteur, touche sans cesse par ses extrémités les parois intérieures de la pompe, et opère par là un mouvement de succion qui attire l'eau dans le tuyau 5 et la projette par le tuyau de sortie 6. Cette lame peut être construite en cuivre, fer et acier; il est nécessaire de remarquer deux petites échancrures qui se trouvent à chaque extrémité de la lame dans le fond des deux lèvres; ces petites échancrures sont nécessaires par la raison que, quand on y ajoute les pièces de rapport en acier, qui viennent se joindre dans les lèvres des lames, celles-ci s'emboîtent dans ces échancrures, ce qui ferait croire, au premier coup-d'œil, que la lame est d'une seule pièce, et les ressorts, se trouvant logés entre les pièces de rapport et le fond des bouts de lèvres de la lame, se trouvent de cette manière parfaitement renfermés, ce qui empêche les bouts des ressorts de venir frotter contre les plateaux. Mais maintenant je peux fort bien, pour éviter les pièces de rapport et ménager un ressort, changer un peu la coupe de ma pompe, la rendre un peu plus ronde, faire une lame, scier en deux, et, comme il n'y aurait qu'un tiers de la lame qui sortirait de l'arbre, je pourrais loger un ressort dans le milieu; les bords de la mortaise de l'arbre viendraient alors former deux lèvres; par conséquent, mon ressort, qui se trouverait tendu entre le milieu de ma lame, ne pourrait sortir et repousserait ma lame par ces deux parties égales, ce qui la rendrait beaucoup moins dispendieuse.

5, tuyau d'aspiration.

6, tuyau de refoulement.

Cette position des tuyaux est avantageuse, par la raison qu'il n'y a pas de coude à l'arrivée et à la sortie de l'eau.

7, clapet pour empêcher la pompe de se désamorcer.

La figure 263 représente la pompe, vue du côté extérieur; l'intérieur est vu par les lignes pointillées. Il est facile de voir l'assemblage des plateaux et la manière dont sont posés les boulons ou vis.

Fig. 264, arbre moteur dans lequel se trouve la mortaise où s'engage la lame aspirante et foulante; il est facile de remarquer dans la figure 265 la cavité de l'arbre, et l'on remar-

que aussi les cônes qui sont à chaque extrémité du mamelon, et dont l'usage a été indiqué plus haut dans la figure 262.

Fig. 569, 1, lame aspirante et foulante, vue de côté, garnie, à chacune de ses extrémités, de sa pièce de rapport et de son ressort.

2, lame aspirante et foulante, vue de face.

3, ressorts arqués, pressant les pièces de rapport de la lame contre les parois de la pompe.

4, pièce de rapport de la lame aspirante et foulante, vue de côté.

5, fig. 265, pièce de rapport de la lame aspirante et foulante, vue de face.

§ 10. NOUVEAU SYSTÈME DE POMPE ROTATIVE, PAR M. CHARNARD.

Jusqu'à ce jour, dit M. Charnard dans son brevet, en date du 13 mars 1849, les pompes rotatives sont toutes sujettes à de grands inconvénients : les unes ont un frottement tel, qu'au bout d'un certain temps les palettes ne touchent plus le corps de pompe ; il en résulte des pertes d'eau considérables, et, par conséquent, une quantité de travail absorbée sans résultat ; d'autres pompes sont tellement compliquées, que bientôt des réparations sont nécessaires ; et comme tous les ouvriers ne s'entendent pas à les réparer, on est obligé de faire venir des hommes du métier, ce qui occasionne de très-grandes dépenses. Ces divers inconvénients, et beaucoup d'autres dont je ne fais pas mention, m'ont engagé à étudier ce sujet. Après de longues recherches, je suis parvenu à trouver la pompe qui fait l'objet du brevet ; elle n'est pas douée d'un mouvement rotatif continu, mais d'un mouvement rotatif alternatif ; de plus, elle est à quatre effets, car elle a dans son épaisseur des canaux pratiqués au nombre de quatre et continuellement deux aspirent, tandis que les deux autres refoulent.

La partie intérieure de mon corps de pompe étant en cuivre, la palette mobile a un frottement qui est peu sensible ; ainsi, cette palette ne s'use pas. Toutefois, pour rendre le frottement encore plus doux, on pourra mettre sur son épaisseur des bandes de cuir, comme je l'ai indiqué sur le dessin ; mais, je le répète, la palette pouvant frotter sans crainte de l'usure, ma pompe est d'une simplicité telle, que le premier ouvrier venu peut la monter ; le vide s'y fait si bien que, fixée dans un puits d'une grande dimension, elle projette l'eau à une grande hauteur ; aussi peut-elle être employée

comme pompe à incendie, et, dans ce cas, elle donne des résultats excellents, un jet d'une grande hauteur et continu. Ma pompe étant, comme je l'ai dit plus haut, à quatre effets, nécessite fort peu de volume pour donner de grands résultats ; ainsi j'ai remarqué que toutes les pompes rotatives connues, de divers systèmes, ayant même diamètre et une largeur à peu près égale, fournissent à peu près la moitié moins d'eau que ma pompe. J'ajouterai que toutes les pièces étant fondues et maintenues par de petits boulons, les joints étant formés par le cuir des soupapes, elle est d'une solidité à toute épreuve ; l'arbre qui porte la palette mobile a son point d'appui dans un renflement ménagé dans un des couvercles de la pompe ; de l'autre côté, il passe dans un presse-étoupe, qui empêche que les fuites aient lieu.

Fig. 268, vue de face de la pompe montée, prête à fonctionner.

Fig. 269, coupe de la pompe, suivant sa largeur.

Fig. 270, coupe de la pompe, suivant la ligne A B de la figure 269.

Fig. 271, coupe de la pompe, suivant la ligne C D de la figure 269.

Fig. 272, détail du corps de pompe.

Fig. 273, vue en dessus du corps de pompe.

Fig. 274, vue en dessous du corps de pompe.

Fig. 275, détail de la pièce d'aspiration.

Fig. 276, vue en dessus de la pièce d'aspiration.

Fig. 277, détail de la pièce de refoulement.

Pour bien voir comment fonctionne la pompe, considérons les figures 270 et 271, dans les deux figures, la palette mobile est au plus bas de sa course ; l'eau qui avait été aspirée, fig. 270, dans la capacité intérieure T, quand la palette avait été au plus haut de sa course, est maintenant refoulée. Cette eau avait trouvé passage par la soupape Q ; mais l'eau, par son poids, a fait refermer cette soupape, et monte dans le conduit R, fait ouvrir la soupape P et va dans le tuyau de refoulement. Nous avons seulement ici considéré un côté de la pompe, qui est complètement séparé de l'autre par la cloison I ; voyons ce qui se passe de l'autre côté, toujours en considérant notre palette telle qu'elle est indiquée sur le dessin. Avant que la palette ne fût montée, elle avait refoulé l'eau qui se trouvait dans la capacité représentée par X ; mais la palette étant venue occuper la position qu'elle a sur le dessin, elle a aspiré, la soupape Y s'est levée, l'eau est venue se loger dans la capacité X, et au même niveau dans le conduit S ; quand la palette redescendra, l'eau sera refoulée, le soupape Y

se refermera, celle Z s'ouvrira, et l'eau montera dans le tuyau de refoulement.

La figure 271 est une vue de la pompe qu'on a supposé coupée suivant la ligne C D de la figure 269, la palette mobile J étant en haut de sa course ; l'eau est aspirée dans la capacité U', la soupape N est levée pour laisser le libre passage à l'eau ; quand la palette montera, l'eau sera refoulée, la soupape N se refermera, et celle O s'ouvrira pour laisser un libre passage à l'eau qui se rend au tuyau de refoulement.

En considérant l'autre portion de la pompe, la palette est au plus haut de sa course, l'eau qui avait été aspirée dans la capacité V est refoulée dans le conduit S' pour de là lever la soupape Z' et s'échapper dans le tuyau de refoulement E.

A, corps de pompe fondue en fonte ou en cuivre ; quand ce corps de pompe est en fonte, on fait un cerceau en cuivre rouge, de la largeur du corps et du diamètre intérieur, puis on s'arrange de manière que le cuivre se trouve tenant avec la fonte ; par ce moyen, j'ai toujours un frottement sur du cuivre.

Ce corps de pompe est à quatre canaux S, R, S', R', qui partent de la bride inférieure et vont jusqu'à celle supérieure ; les deux supérieurs S', R', et les deux inférieurs S, R, viennent se prolonger jusque dans le noyau du corps de pompe : les quatre ouvertures inférieures, fig. 274, sont plus grandes et ceci a pour but de donner aux soupapes le jeu convenable ; la pièce est terminée par deux brides, l'une pour recevoir la pièce d'aspiration et l'autre celle de refoulement. Ces pièces sont fixées au moyen de boulons, comme on les voit dans les plans, fig. 273 et 274 ; au milieu de la pièce sont deux oreilles qui ont pour but de fixer la pompe.

B, pièce d'aspiration percée de quatre trous S, R, S', R', qui correspondent à quatre ouvertures de dessous du corps de pompe ; elle est fixée au corps de pompe au moyen de huit boulons.

C, pièce de refoulement. C'est tout simplement une espèce de boîte en métal qui a une bride pour recevoir le tuyau de refoulement.

D, brides en fer pour fixer le tuyau de refoulement.

E, tuyau d'aspiration.

F, tuyau de refoulement.

G, arbre qui porte la palette mobile.

H, couvercle de devant, ou vient à la fonte le presse-étoupe où passe l'arbre G.

I, cloison qui sépare la pompe en deux parties qui n'ont aucune communication.

J, palette mobile qui sert de piston : elle frotte sur tous les points du cylindre.

K, couvercle de derrière. Il est venu à la fonte avec une petite retraite pour servir de point d'appui à l'arbre G des palettes.

L, presse-étoupe pour empêcher les fuites qui pourraient résulter du mouvement de l'arbre G.

M, bride qui fixe le tuyau d'aspiration à la pièce B.

N, soupape, il y en a quatre de même calibre, percées sur le même morceau de cuir qui fait joint. Cette soupape au trou R, fig. 269 et 276.

O, soupape supérieure qui correspond au trou R du corps de la pompe, fig. 273.

P, soupape supérieure qui correspond au trou R du corps de la pompe, fig. 273.

Q, soupape inférieure qui correspond au trou R, fig. 276.

R, canal qui part du bas du corps de pompe, et va dans sa partie supérieure. Ce canal correspond au trou R, fig. 273 et 274.

S, autre canal qui part du bas du corps de pompe, va à la partie supérieure. Ce canal correspond aux trous S, S, fig. 273 et 274.

De même, les canaux, fig. 271, S, R correspondent aux trous des figures 273 et 274.

Z, soupape supérieure qui correspond au trou S, fig. 273.

a, boulons qui fixent les couvercles sur les corps de pompe.

b, bride du corps de pompe, fig. 268.

b' boulons qui fixent les pièces avec le corps de la pompe.

d, oreilles pour fixer le corps de pompe.

La figure 278 fait voir la palette mobile sur deux vues : dans la vue de côté on voit le cuir. Pour que cette palette ait moins de frottement, on a mis dans la cloison de petits morceaux de cuir.

§ 11. POMPE ASPIRANTE ET FOULANTE A ROTATION ALTERNATIVE, DE M. BESGIAN.

Cette pompe aspirante et foulante est à rotation et à double effet; elle se compose d'un cylindre A, fig. 279 et 281, dans lequel sont fixées deux parois B, qui viennent embrasser l'axe C. Cet axe, monté sur l'arbre D, est porteur de deux palettes E, faisant fonction de piston; elles aspirent et foulent alternativement, d'après le mouvement qui leur est communiqué par le levier F : ainsi, lorsque l'une d'elles monte et que l'autre descend, elles chassent à la fois l'eau dans les deux espaces 1 et 2, fig. 281; cette eau monte par les orifices

3 et 6, ainsi que l'indiquent les flèches 3 et 6, fig. 280; mais en même temps, le vide se formant derrière les palettes E, il aspire l'eau qui monte par les orifices 4 et 5, comme cela est indiqué par les flèches 4 et 5, fig. 280, pour être foulée à la descente des palettes, et *vice versâ*.

Lorsque l'eau contenue dans les capacités 1 et 2 commence à être foulée par les palettes E, le clapet K s'ouvre pour la laisser passer monter, mais en même temps le clapet H s'ouvre aussi pour que l'eau aspirée vienne remplir les deux vides qui se forment derrière les palettes, afin que, dans le mouvement rotatif contraire, cette eau soit foulée à son tour; alors, ce sont les clapets K' et L' qui se lèvent, l'un pour le foulement, et l'autre pour l'aspiration.

Lorsque K' s'ouvre, L' se ferme, et de même lorsque le clapet K s'ouvre, L se ferme, et *vice versâ*.

Lorsque le levier F a fait son mouvement en M en N, les deux patettes E décrivent un angle de 90 degrés de chaque côté, dont la somme est égale à 180 degrés; par conséquent elles chassent une quantité d'eau égale à la moitié du volume du cylindre; mais en revenant de N en M, elles chassent encore un volume égal : donc le mouvement alternatif étant donné au levier F par un arbre coudé portant un volant, par chaque tour de volant, cet appareil aspire et foule une quantité d'eau égale au cube du cylindre, moins le volume de l'axe portant les palettes.

§ 12. POMPE CENTRIFUGE A ACTION DIRECTE, PAR M. G. GWYNNE.

Le mécanisme de cette pompe consiste tout simplement en un couple de disques concaves en métal tournant ensemble sur un axe horizontal et disposés de manière à laisser entre eux un espace annulaire. Voilà tout l'appareil mobile, et la machine est complétée par une enveloppe extérieure fixe, une poulie motrice et des tuyaux d'aspiration et de décharge.

Tous ceux qui ont construit des pompes centrifuges, dit l'inventeur, ont épuisé tout leur savoir pour disposer des spirales, des bras courbes, des pignons sur un ou plusieurs axes, et déterminer l'angle ou la courbe que suivrait, relativement au diamètre, l'eau qui s'échapperait du corps de pompe sans remarquer qu'obéissant à la loi des forces centrales, le liquide qui s'échappe suit la ligne la plus courte pour atteindre la circonférence, ou, en d'autres termes, que chaque particule de matière, dans un état de rotation et quand elle est libre, se meut directement suivant le rayon

jusqu'à la circonférence où elle s'échappe par la tangente qu'elle parcourt jusqu'à ce que la gravité ou une autre force perturbatrice vienne arrêter ou modifier son mouvement.

Différente de toutes les autres inventions de ce genre, cette pompe a une action rapide, elle est de petite dimension, d'une structure compacte, pouvant être placée dans toutes les situations et appliquée à toute sorte de travaux. Son pouvoir peut être indéfiniment accru, l'eau déchargée d'un volume considérable et son jet continu. Les frottements y sont à peine sensibles; elle n'a pas de chambre d'air, point de pièces qui puissent facilement se déranger, et rien qui puisse faire obstacle à l'écoulement du liquide.

Cette pompe, par son action rotative, imprime un mouvement centrifuge à l'eau qu'elle renferme et qu'elle chasse, suivant les lignes radiales coïncidant avec la direction de la force centrifuge dans une chambre en forme de sphéroïde aplati qui constitue le corps de la pompe, chambre qui porte le tuyau d'élévation ou de décharge placé tangentiellement. L'eau chassée de la périphérie ouverte du piston tournant est chassée dans le tuyau de décharge en quantité proportionnelle à la vitesse avec laquelle on fait tourner le piston, et d'après les expériences, en proportion représentant au moins 90 pour 100 de la force motrice.

Fig. 282, pl. 146. Elévation complète de la pompe.

Fig. 283. Section verticale correspondante, ou élévation d'un des côtés externes étant enlevé, et du côté opposé à celui de la figure 282.

Fig. 284. Section transversale sur une plus grande échelle des disques tournants, avec sections longitudinales correspondantes des détails des coussinets.

Fig. 285. Section verticale et transverse faite par les disques, l'enveloppe fixe, le tuyau d'aspiration, la poulie motrice et le bâti.

Le piston est formé de deux disques concaves A, A, placés parallèlement, leurs surfaces concaves en regard. Entre ces disques est placé un simple bras ou rayon dit d'impulsion B qui part d'un manchon creux C, enfilé sur un arbre horizontal M, qu'on peut faire manœuvrer aussi verticalement et sous tous les angles possibles. La largeur du rayon d'impulsion B qui règle la distance entre les disques, n'est pas la même dans toute son étendue; elle est plus étroite au bord extérieur *a* du piston, et va en s'élargissant jusqu'au moment où son bord vient couper la face ou arête intérieure de l'ouverture du tuyau d'aspiration du piston, ligne à partir de laquelle, jusqu'à son extrémité sur le manchon creux, ses

bords deviennent parallèles l'un à l'autre et à angle droit avec l'axe de l'arbre. Sa largeur varie dans un rapport tel que les aires qui seraient circonscrites par les surfaces de cylindres circulaires dont les axes coïncideraient avec l'arbre, soient égales entre elles, quelle que soit la distance au centre, aires qui sont rendues égales pour que la colonne d'eau, qui entre dans le piston quand on le fait tourner, puisse avoir un écoulement continu du centre à la circonférence, et que les quantités d'eau reçues et déchargées soient constamment les mêmes. Ce point est essentiel quand on veut élever de grandes masses d'eau et avoir des vitesses considérables. Les disques, ou mieux les surfaces internes du piston, ne se rencontrent pas à leurs bords extérieurs, mais laissent un espace annulaire *a, a* tout autour, espace dont l'aire de section est égale à celle d'introduction de l'eau dans le piston.

Quand la pompe fonctionne, l'eau arrive au piston par le centre à travers une ouverture circulaire sur un de ses côtés et concentrique avec lui. L'aire de cette ouverture et de toutes les autres dépend de l'effet qu'on veut obtenir et des principes posés ci-dessus. Ce piston est renfermé dans une enveloppe D, D de forme circulaire, placée concentriquement avec les disques, faisant fonction de récepteur, et boulonnée sur un bâti E, E. Sur la circonférence de ce récepteur s'élève perpendiculairement et tangentiellement le tuyau de décharge F. L'aire de section de ce récepteur doit surpasser celles du tuyau de décharge et de l'espace annulaire à la circonférence du piston, afin de maintenir un écoulement constant; et pour s'opposer à ce que le liquide tourne continuellement dans cette enveloppe, et lui donner une direction ascensionnelle dans le tuyau de décharge, on a placé sur l'un des côtés de la base de ce tuyau, et parfois sur les deux côtés, une cloison *b* qui descend jusque sur le bord du piston, et qu'on pose dans la direction du rayon de celui-ci. L'espace entre les parois externes du piston et de cette enveloppe est au moins égal en dimension à celui annulaire entre les disques de ce piston.

Autour de l'ouverture, placée dans les disques du piston, il existe un collet qui ne se prolonge qu'à mi-chemin de l'enveloppe. Celle-ci porte une ouverture circulaire un peu plus grande que celle du piston, et par laquelle pénètre le tuyau d'aspiration qui est rivé ou boulonné sur l'enveloppe. Ce tuyau et une des moitiés de l'enveloppe sont souvent moulés d'une seule pièce, mais il vaut mieux en faire des pièces séparées. L'extrémité interne de ce tuyau porte un collet concentrique et qui correspond, sous le rapport de la forme,

à celui du piston, et à l'autre bout il est fileté ou muni d'un autre collet pour recevoir un tuyau quelconque servant à contenir la soupape d'aspiration. Cet assemblage entre le tuyau et le piston étant fait avec soin et placé de manière à ce qu'il ne puisse se loger sur ou près de lui du sable, du gravier ou autre matière dure, l'usure est presque insensible.

Le tuyau d'aspiration, qu'on recourbe si on veut à son extrémité extérieure, a un diamètre interne plus grand que l'ouverture du piston, afin de compenser la perte d'aire transversale qu'occasionnent les coussinets H, H, qui ont été fondus avec lui, et servent à porter le tourillon externe I de l'arbre M. Ces coussinets ont en largeur trois fois ou plus leur diamètre, et l'eau les lubréfie suffisamment pour que l'usure soit peu considérable. M. Gwynne a eu dernièrement l'occasion d'en examiner un qui avait fonctionné nuit et jour pendant six mois, et qui ne présentait aucune usure. Ils forment un petit cylindre creux à l'intérieur du tuyau, concentrique avec lui, et soutenu par deux ou trois bras. Le tuyau d'aspiration, les coussinets et leurs bras sont fondus d'une seule pièce.

Du côté du piston opposé à celui de l'insertion du tuyau d'aspiration, il existe une ouverture circulaire, concentrique et presque de même diamètre que la première. Cette ouverture est entourée par un collet K qui fait saillie au dehors et ressemble, sous presque tous les rapports, à l'assemblage de l'autre côté du piston. On a ménagé de même dans l'enveloppe extérieure une ouverture circulaire et concentrique à celle du piston du même côté et d'un diamètre égal à celui de la surface convexe du collet qui entoure cette ouverture. C'est dans cette ouverture qu'est inséré un petit cylindre droit très-court, ou plutôt un bouchon creux dit d'équilibre L, comme on l'a représenté dans la figure, mais dont on peut faire varier la disposition. Le diamètre interne de ce bouchon est égal à celui intérieur des ouvertures du piston, et son axe coïncide avec celui de l'arbre; il a même épaisseur que le collet, et est ajusté suivant le travail de la pompe, au moyen d'un pas de vis qu'il porte à l'extérieur et d'un filetage sur l'enveloppe ou de tout autre moyen propre à le faire porter également, et avec le degré de pression désiré, sur le piston. L'assemblage mobile entre le bouchon et le piston est semblable à celui entre le dernier et le tuyau d'aspiration qu'on a décrit ci-dessus. L'objet de ce bouchon est d'égaliser la pression latérale sur le piston, pression qui donnerait lieu à des inconvénients sérieux dans l'usage de la pompe si on voulait

élever l'eau à de grandes hauteurs, car dans ce cas la pression serait excessive et s'élèverait à plusieurs tonnes

C'est à travers ce cylindre creux ou bouchon d'équilibre de pression que passe l'arbre M, qui est embrassé par une boîte à étoupes qui s'oppose aux fuites, et sur laquelle le piston s'appuie de ce côté. Au delà de la boîte à étoupes, et à une certaine distance, est le tourillon principal de l'arbre, et plus loin une poulie qui met la pompe en action.

Dans quelques cas, et pour des usages particuliers, on s'est servi de deux tuyaux d'aspiration, et dans cette construction on n'a pas eu besoin de la disposition dite d'équilibre, parce que la pression s'est trouvée naturellement équilibrée des deux côtés. On a trouvé aussi qu'il y avait de l'avantage à placer deux pistons sur un même arbre, chacun avec leur enveloppe, puisant tous deux dans un même tuyau d'apiration ou dans des tuyaux distincts, mais placés sur des côtés opposés. Dans ce cas, il n'est pas non plus nécessaire d'appareil d'équilibre, puisque la pression sur l'un des pistons est contre-balancée par celle sur l'autre.

Pour donner de la fermeté au piston sur son arbre, on lui a ménagé à la fonte deux bras courts placés à distance égale du rayon d'impulsion, tous deux dans un même plan avec l'axe de l'arbre, et s'étendant sur le manchon à une distance égale à celle où les surfaces intérieures du piston à l'ouverture du côté où le tuyau d'aspiration et le bouchon sont placés. Ces bras s'étendent à partir de ce manchon dans le piston jusqu'au diamètre extérieur du collier qui entoure l'ouverture d'aspiration du piston. Ce piston et ces bras sont fondus d'une seule pièce et assujettis sur l'arbre à l'aide de clefs, de goupilles, de vis de pression, etc.

Suivant l'inventeur, une pompe de ce modèle, dont le tuyau de décharge aurait 25 millimètres, celui d'aspiration 38, le piston un diamètre de $0^{m}.15$, élèverait avec 1/5 de force de cheval-vapeur 112 litres d'eau à 9 mètres de hauteur par minute, en faisant 1,600 révolutions pendant le même temps. Une pompe dont le tuyau de décharge aurait $0^{m}.10$, celui d'aspiration $0^{m}.125$, un diamètre de piston $0^{m}.60$, élèverait, en faisant 400 révolutions par minute avec une force de 8 chevaux-vapeur, 4,500 litres à la même hauteur de 9 mètres. Avec un tuyau de décharge de $0^{m}.300$, un tuyau d'aspiration de $0^{m}.325$, un diamètre de piston de $0^{m}.90$ et 275 révolutions par minute, une force de 44 chevaux-vapeur, élèverait 22,500 litres d'eau par minute à 9 mètres de hauteur, etc.

§ 13. POMPE A FORCE CENTRIFUGE, PAR M. APPOLD.

Le système de pompe imaginé par M. Appold figure depuis longtemps au Conservatoire des Arts et Métiers, où on le fait fonctionner de temps en temps. On a retrouvé deux de ces pompes à l'Exposition universelle ; l'une, construite sur de grandes dimensions, destinée à marcher à la vapeur ; l'autre, beaucoup plus petite, mise en mouvement à bras d'homme.

Nous avons cru intéressant de publier les dessins de cet appareil, ainsi que quelques données sur son effet utile.

La figure 286 est une section verticale de la pompe complète.

La figure 287 est une coupe verticale à angle droit de la coupe précédente.

Les figures 288, 289 et 290 sont des vues de détail, en élévation et en coupe, de la roue à force centrifuge, organe principal de la machine.

Cette roue consiste en un petit tambour P, divisé dans sa largeur par une cloison en cuivre *a* qui en occupe toute la section. Cette cloison établit une obturation complète entre les deux parties du tambour, qui est terminé par deux joues en cuivre *b*, percées l'une et l'autre, au centre, d'une ouverture, servant de canal d'introduction pour l'eau affluente.

La cloison *a* est unie à chacune des deux joues *b* par six cloisons courbes ou aubes, et l'ensemble du tambour est entraîné circulairement par la rotation de l'arbre *p*, sur lequel il est calé au moyen d'une clavette et retenu par un écrou de forme conique, afin d'éviter autant que possible la perte de force vive de l'eau à l'entrée de la roue ou du tambour.

Ce tambour tourne librement dans l'intérieur d'un vase R, rétreci à sa partie centrale, où ses parois viennent emboîter d'aussi près que possible les joues extérieures de la roue.

De chaque côté sont des tuyaux d'aspiration ou d'arrivée H, communiquant par leur partie inférieure avec le bassin d'alimentation dont il s'agit d'élever l'eau.

Celle-ci est chassée par la force centrifuge développée par le tambour dans un tuyau de refoulement T, par lequel l'eau s'échappe pour remplir le bassin supérieur G, d'où elle s'écoule par un déversoir.

Le mouvement est transmis à l'arbre *p* par une poulie de transmission M, recevant le mouvement, la puissance motrice. L'arbre traverse un guide N, servant en même temps de boîte

à étoupes. Au moyen de ce guide et du palier O, on a pu éviter de supporter l'arbre à son autre extrémité.

L'appareil ne fonctionne que s'il est *amorcé*, c'est-à-dire si la roue est plongée dans l'eau, et c'est pour le maintenir toujours plein d'eau, qu'ont été ajoutées les deux soupapes du pied K, qui s'ouvrent sous l'influence de l'aspiration, lorsque l'appareil fonctionne.

Des pièces de bois L constituent le support de la machine dans l'installation qui lui a été donnée au Conservatoire des Arts et métiers.

Jeu de l'appareil. — On conçoit que si l'on imprime, dans ces conditions, à la roue un mouvement rapide de rotation, ce mouvement sera communiqué par les aubes à l'eau qu'elles renferment, et que, par suite du mouvement de rotation, cette eau, obéissant à l'action de la force centrifuge, tendra à s'échapper de la roue. Il y aura donc expulsion de l'eau de la roue et remplacement de cette eau, par aspiration, dans les conduits inférieurs, et l'eau s'élèvera, en définitive, tant dans les tuyaux d'aspiration que dans le tuyau unique de refoulement.

La hauteur à laquelle son niveau pourra ainsi s'élever dépend de la vitesse de la roue. Au delà d'une certaine hauteur, il serait absolument impossible d'obtenir une vitesse suffisante; mais longtemps avant d'atteindre cette limite, on n'obtiendrait en travail produit qu'un trop faible rendement, ce qui conduit à cette conséquence : que la pompe d'Appold est limitée dans son emploi; elle convient surtout dans toutes les circonstances où une grande quantité d'eau doit être élevée à une faible hauteur.

Pour obtenir d'une machine de cette espèce le plus grand effet utile avec une vitesse donnée, il faut que les pertes de vive force soient aussi faibles que possible, soit à l'entrée, soit à la sortie.

On s'est donc attaché à éviter tout rétrécissement dans le canal d'arrivée, et des directions de forme convenable ont été disposées en *m* au centre de la roue pour reporter l'eau affluente, sans aucun choc, dans les divisions successives de la roue.

Si les aubes étaient droites et dirigées suivant les rayons, il est évident que l'action de la force centrifuge aurait pour effet d'emporter l'eau hors de la roue avec une certaine vitesse dirigée suivant la tangente à la circonférence. Cette vitesse, inutilement possédée par le liquide à la sortie de l'appareil, constituerait un travail dépensé en pure perte.

Mais si les aubes avaient une certaine courbure dirigée en sens inverse du mouvement de la roue, et se terminaient vers

la circonférence dans la direction même de la tangente à cette circonférence, l'effet de la force centrifuge serait une vitesse dans le sens de cette tangente, c'est-à-dire une vitesse dans un sens directement opposé à celui du mouvement de la roue elle-même. La force centrifuge varie avec la distance au centre et avec la vitesse de la roue; on peut disposer de ces éléments pour varier la vitesse de l'eau par rapport à la roue, par suite rendre les deux vitesses égales, et par conséquent laisser sortir l'eau de la roue avec une vitesse propre, presque nulle; c'est le but de la courbure des aubes.

Quant à ce qui concerne le mouvement de l'eau sur les aubes, il importe de remarquer que la tendance continuelle de la force centrifuge à augmenter la vitesse de l'eau sur les aubes à mesure qu'elle s'éloigne du centre, ne peut se réaliser pour toutes les particules d'eau d'une même section, que si la section des canaux formés par les vannes va en diminuant à partir du centre. S'il n'en était pas ainsi, une partie de l'eau serait constamment retardée dans son mouvement, et ce retard se traduirait encore par une perte inutile de la force vive. Cette considération servira à déterminer la forme des aubes.

Effets utiles. — Des expériences ayant été faites, à l'Exposition de Londres, sur la pompe d'Appold, à l'aide du dynamomètre de M. Morin, elles ont donné les résultats suivants :

HAUTEUR à laquelle l'eau s'était élevée.	QUANTITÉ fournie par seconde.	NOMBRE de tours de la roue par minute.	EFFET UTILE de la machine.
mètres.	litres.	tours.	
2,590	9,540	828	0,588
2,745	7,440	620	0,648
5,690	5,274	792	0,649
5,897	5,610	788	0,680
5,897	5,676	800	0,650
7,970	4,962	843	0,398
8,235	3,000	876	0,463

Jusqu'à une hauteur de 5 mètres, la pompe d'Appold peut donc être employée avec grand avantage aux épuisements

qui demandent une installation permanente, et dans lesquels on peut obtenir une vitesse suffisante au moyen d'organes de transmission assez multipliés.

§ 14. APPAREIL PROPRE A ÉLEVER ET A METTRE EN MOUVEMENT DES FLUIDES ÉLASTIQUES, PAR M. HOLM, INGÉNIEUR CIVIL A LONDRES (planche 142).

On sait que l'emploi de l'appareil appelé *Pompe centrifuge*, que nous venons de décrire (appareil Appold), et qui est destiné à l'élévation des liquides, a toujours été très-limité à cause des grandes pertes de force qu'il occasionne, et du faible résultat qu'il donne dans la plupart des circonstances.

Ces pertes de force peuvent être attribuées à deux et même quelquefois à trois causes, savoir :

1° L'usage de bras ou rayons droits, au lieu de bras courbes, ou surface gauche ;

2° Le choc du fluide qui arrive vers le centre de la pompe, et qui est très-frappé par les bras centrifuges, choc extrêmement nuisible à l'effet utile de l'appareil, et que l'auteur évite, d'une manière complète, par l'application même des surfaces hélicoïdales, dont le pas correspond à la vitesse du fluide à l'entrée, lequel fluide une fois introduit, change graduellement son mouvement rectiligne en mouvement de rotation, au moyen de courbes directrices qui forment le prolongement de chaque filet de vis.

3° La contraction ou l'expansion du fluide, résultant du défaut de formes et de proportions convenables données, le plus ordinairement, aux canaux ou conduits intérieurs de la pompe.

L'appareil proposé par M Holm, et au moyen duquel on évite, suivant lui, entièrement ces inconvénients, consiste donc particulièrement dans l'emploi de *surfaces hélicoïdales*; de *vis* ou de *fragments de vis* appliqués à l'orifice central et qui forment des surfaces directrices au fluide.

Les génératrices de ces vis qui composent cette partie des bras centrifuges partent du centre même et se terminent à la circonférence dudit orifice. Chaque directrice est disposée de telle sorte que le pas à l'entrée correspond à la vitesse même du fluide qui arrive. Ce pas est ensuite augmenté par un arc de cercle qui se prolonge jusqu'à ce que les bras centrifuges forment une ligne tangente à cet arc.

En d'autres termes, la disposition nouvelle est telle que le mouvement du courant, lorsque celui-ci arrive à l'orifice, est transformé graduellement de sa direction rectiligne en une

direction rotative continue, sans produire aucun choc contre les bras mobiles, ce qui évite ainsi, nous le répétons, la grande perte de force qui a lieu dans les systèmes existants.

Les conduits ou canaux par lesquels passe le fluide sont courbés de telle façon, et la section de chacun d'eux est telle que sur tous les points des rayons de la roue ou de la pompe proprement dite, il y a toujours une proportion exacte correspondante à l'augmentation de la vitesse centrifuge de ce fluide pendant son passage à travers ces canaux. Il en résulte que l'on évite toute espèce d'expansion ou de contraction nuisible.

La figure 291 est une coupe de la roue ou de la pompe proprement dite, suivant le plan de rotation.

La figure 292 est une section de ladite roue faite par l'axe du passage central.

La pompe se compose d'un disque creux ayant un certain nombre de *bras* ou *lames courbes*; le liquide à élever entre par l'orifice central A et est chassé à la circonférence B par la rotation du disque. C désigne des lames courbes, et D les bras courbes centrifuges formant une portion de cylindre d'une longueur égale à un peu moins de la moitié de sa circonférence depuis le centre jusqu'à la circonférence extérieure du disque.

E, portions d'une vis ayant une génératrice courbe d'un rayon égal au rayon des *bras centrifuges* D.

Chaque palette hélicoïdale E est reliée au bras correspondant D par une vis d'un pas accéléré, ou à *directrice courbée*, laquelle forme un axe de cercle, de telle façon que cette directrice soit tangente en même temps à la palette hélicoïdale E et au bras centrifuge D. Cette courbe, ou accélération du pas, est indiquée en F sur les figures par l'ombre des bras.

On communique à l'arbre central G par un moyen quelconque la puissance motrice qui fait fonctionner la pompe.

Dans les différents exemples de construction que j'ai indiqués, le diamètre du passage central, ou le rapport de ce diamètre, est calculé de manière à correspondre aux différentes hauteurs d'élévation, ledit diamètre devant être diminué pour de grandes hauteurs, et augmenté pour des hauteurs peu élevées. Du rapport de ce diamètre à celui de la pompe dépendent les proportions des canaux qui doivent être formées de surfaces courbes.

Pour déterminer la forme de ce passage courbe, on divise la distance qui sépare la circonférence de l'orifice central de la circonférence de la roue en un certain nombre de parties représentées par les lignes H, I, K, L, et sur la ligne H, on

trouve la hauteur d'un cylindre qui, ayant un diamètre égal à l'orifice central A, aura une surface égale à celle dudit orifice. On représente la hauteur du cylindre par un cercle.

Pour trouver ensuite la hauteur convenable à un point quelconque du rayon de la roue, on représente cette hauteur par un cercle, et le produit du diamètre de ce cercle, multiplié par le carré du rayon mesuré du centre de l'arbre, au centre du cercle, devra toujours être égal au diamètre dudit cercle, sur la ligne H, multiplié par le carré du rayon, du centre de la roue au centre du cercle sur la ligne H.

Ayant ainsi déterminé le diamètre des différentes hauteurs représentées par les cercles sur les lignes I, K, L, on trace des courbes qui sont tangentes aux différents cercles, et ces courbes détermineront la forme convenable des canaux ou conduits d'échappement

Le pas de la vis dans le dessin ci int est une fois et demie le diamètre de l'orifice central.

La pompe doit être montée dans une enveloppe convenable, avec des tuyaux d'aspiration et de décharge, selon les différents usages que l'on se propose; je n'ai cru nécessaire de les montrer, puisque les formes en doivent varier suivant les circonstances.

Si la pompe est entièrement submergée, la vitesse de la circonférence du passage central ne devra pas excéder 15 mètres par seconde, et la hauteur à laquelle l'eau serait élevée devrait être égale aux trois quarts de la hauteur due à la vitesse de la ciconférence de la roue. Si la pompe doit élever l'eau par l'aspiration, le pas de la vis doit être diminué, de manière à ne pas faire marcher la pompe et à ne pas l'alimenter plus vite que la vitesse du fluide élevé ne le comporte.

Si la hauteur d'élévation doit être moindre des trois quarts de la hauteur due à la vitesse de la circonférence de la roue, le pas de la vis doit être augmenté de manière à correspondre à la vitesse du fluide dans le passage central.

Si on veut atteindre à de plus grandes hauteurs que celle ici prévue, on peut faire la pompe d'un plus petit orifice central, ou encore, n'ouvrir qu'une partie de la circonférence, pour l'échappement, auquel cas elle ressemblerait aux bras courbes des moulins de Barkers, munis d'une vis à l'orifice, comme ci-dessus.

Plusieurs des pompes décrites, fig. 291 et 292, peuvent être montées dans une enveloppe, les roues les unes au-dessus des autres, et mises en mouvement par le même arbre, de telle sorte que le fluide élevé par la première pompe soit

repris pas la seconde, et ainsi de suite; au moyen de cet appareil on pourra atteindre à telle hauteur que l'on désirera.

La roue peut être aussi employée comme puissance motrice produite par le fluide entrant dans le centre.

§ 15. POMPE CENTRIFUGE, DE M. L. SCHWARZKOPFF.

Des travaux hydrauliques très-importants, exécutés en 1853 en Saxe, ayant exigé l'épuisement d'une grande quantité d'eau chargée de sables mouvants que fournissaient des sources jaillissantes, M. Schwarzkopff a eu l'idée d'établir, pour épuiser ces eaux, un appareil fondé sur le principe des pompes ou des roues centrifuges, et dont nous allons donner une description :

Fig. 295, section verticale de la pompe.

Fig. 294, plan de la couronne.

Fig. 295, plan de la chambre aux directrices.

Les dimensions de la couronne établies pour un débit de 128 litres (5,5 pieds cubes de Saxe), élevés à 3m.40 de hauteur par seconde (c'est-à-dire, pour exécuter un travail de 435,2 kilogrammètres), ont, d'après des expériences pratiques faites avec un appareil d'essai, été fixées à 708 millimètres de diamètre. La vitesse a été calculée ainsi qu'il suit :

A la hauteur d'élévation des eaux, de. . . .	$3^m.40$
On ajoute 25 pour 100 pour toutes les contractions, les frottements, les vitesses d'écoulement, etc., ci.	$0^m.85$
On avait donc au total à vaincre une charge de.	$4^m.25$

qui devait donner une vitesse d'écoulement de :

$$\sqrt{2\,g\,h} = \sqrt{19.62 \times 4.25} = 9^m.13$$

de façon qu'on devait avoir pour une couronne de :

$$\pi.9^m.708, \frac{9^m.13}{3.14 \times 0^m.708}$$

$=$ 4 tours environ par seconde, vitesse qui s'accorde assez exactement avec l'expérience, puisque la machine, pour quarante-cinq tours de volant, a fait deux cent vingt tours par minute, ou un peu moins de quatre tours par seconde.

La couronne *s,s* consiste en un corps conique creux, assujetti sur l'arbre vertical *u*, arbre dont le pivot en fonte, établi sur principe de la courbe dite d'antifrottement, tourne sur une crapaudine également en fonte et dressée

d'après le même principe. On peut, à volonté, changer ce pivot et cette crapaudine, et on les graisse au moyen d'un tube en cuivre qui descend le long de l'arbre, et conduit sur les pièces l'huile qu'on y verse un peu au-dessous de la poulie motrice.

L'arbre vertical en fer forgé *u*, qui est assemblé au moyen de vis et de coins avec la couronne en fonte, roule dans le haut dans un collier formé par le couvercle du tuyau d'ascension, qu'il surmonte et qui l'assujettit fermement de position. Cet arbre porte lui-même dans toute sa hauteur une rainure dans laquelle glisse une petite poulie de courroie qui s'y trouve enfilée à la partie supérieure, et qui peut ainsi, suivant la hauteur des eaux, être relevée ou descendue et calée de nouveau. A cet effet, l'enveloppe et le tuyau d'ascension consistent en tronçons distincts de 25 centimètres, 50 centimètres et 1 mètre de hauteur, pour pouvoir utiliser la pompe depuis 3m.45 de charge jusqu'à seulement 1m.12.

Pour que cette rainure n'entrave pas la rotation de l'arbre dans le collier, le moyeu de la poulie de courroie est prolongé par le bas, et c'est sur ce prolongement, qui est calé fermement avec la poulie sur l'arbre, qu'on a tourné le collier, de façon, qu'à proprement parler, la poulie elle-même tourne dans ce collier.

La couronne porte, sur sa surface extérieure conique, trois systèmes d'aubes, ainsi que le fait voir la fig. 295, savoir : trois aubes longues *x,x*, trois moyennes *y,y*, et trois courtes *zz*; les premières, ou les plus longues, prennent d'abord l'eau dans le voisinage du centre du puits, et au moyen de la force centrifuge, la transportent vers leur milieu ou leur extrémité, mais comme elles s'éloignent de plus en plus l'une de l'autre, les aubes moyennes *y* d'abord, puis les aubes les plus courtes *z* entrent alors en fonction pour donner à l'eau en mouvement une nouvelle impulsion; et puisque l'aube longue, la moyenne, et enfin la plus courte, présentent à l'eau un espace de plus en plus étroit et proportionnel à l'accroissement de la vitesse entre la couronne et l'enveloppe ou chambre, cette eau reçoit un énergique mouvement ascendant en spirale.

On pourrait croire que ces aubes, dans ce plan, devraient avoir la forme de celles des turbines, mais l'expérience a démontré que la forme de rayons, avec extrémité légèrement arrondie, correspondait mieux à la vitesse de rotation assez considérable qu'on imprime à la couronne, et opérait beaucoup mieux.

La couronne avec ses aubes tourne en entraînant l'eau

dans son mouvement. Cette couronne et ces aubes, dans leur rotation, passent très près de la surface concave de la chambre t,t, dont les parois ont une courbure particulière. L'eau mise ainsi énergiquement en un mouvement spiral ascendant, se trouve projetée dans neuf cellules formées par trois systèmes d'aubes, placées sur la couronne dans la chambre de direction qui se contracte dans le haut pour constituer le tuyau d'ascension; cette projection a lieu de la periphérie extérieure dans la direction des flèches. Ces aubes directricès β, γ, δ, fig. 294, présentent aussi trois longueurs différentes. L'eau qui entre tangentiellement suit la surface concave et courbe de ces aubes directrices, qui l'amènent peu à peu dans une direction ascendante en perdant son mouvement tumultueux et circulaire, pour s'élever verticalement avec tranquillité, sans dissiper la force ascensionnelle dont elle est animée en tourbillonnant ou en bouillonnant.

La chambre ou enveloppe de la couronne est élevée sur une portion cylindrique haute de 14 à 15 centimètres, fermée dans un bas par une plaque ronde en fonte et fortifiée par six nervures. Entre ces nervures sont percées six ouvertures, chacune de 2 décimètres carrés de surface, et pour les six, de 12 décimètres carrés, qui servent à l'introduction de l'eau dans le corps de la pompe; leur surface est de un tiers moindre que celle du tuyau d'ascension, qui a une aire de 18 décimètres carrés $=\pi r^2=3,15\times(214)^2$. Un allongement de cette portion cylindrique qui porte la cage, et l'augmentation qui en résulterait dans l'aire de ces ouvertures d'introduction de l'eau, permettrait de disposer la pompe plus profondément dans son puits, où celle décrite doit plonger au minimum de 42 à 43 centimètres, mais cette disposition serait moins avantageuse. Il paraît aussi que par ce rapport entre les ouvertures d'introduction et l'aire du tuyau d'ascension, on facilite l'ascension, et on parvient à vaincre l'inertie du gravier et des sables mouvants par la vitesse plus grande qu'on imprime à l'eau. Ces six ouvertures sont fermées par des toiles métalliques, dont les mailles s'opposent à l'introduction dans la couronne, des pierres et des objets qui ont plus de 2,5 à 3 centimètres de diamètre. Quant aux pierres plus petites et aux objets d'une moindre dimension, ils sont entraînés par le courant, et passent sans obstacle dans l'intervalle large de 7 centimètres, qui se trouve libre entre les aubes de la couronne et les parois de la chambre, d'où les cellules des aubes directrices les prennent et les projettent au dehors par le tuyau de décharge.

Sous la plaque ronde en fonte est placé un radier en ma-

driers, qui a pour but d'empêcher les affouillements sous le pied de la pompe, et de lui fournir un point d'appui solide. Enfin, tout l'appareil est entouré d'un grand cylindre ou panier en osier, indiqué au pointillé dans la fig. 294, et qui a pour but de s'opposer à l'introduction des copeaux de bois ou autres corps flottants dans le batardeau où la pompe est placée.

Les six nervures extérieures de la portion cylindrique qui sert de base à la pompe et appuient sur la plaque de fondation, se prolongent à l'intérieur de celle-ci, et se terminent à un cylindre creux qui porte la crapaudine en fonte de l'arbre de la couronne, lequel est, comme on l'a dit précédemment, établi sur le principe de la courbe dite d'antifrottement. On graisse cette crapaudine par-dessous et avec pression au moyen d'un petit tube en cuivre qui s'élève le long de l'arbre jusqu'à la poulie de courroie; par ce moyen on s'oppose à l'introduction du sable et du gravier entre le pivot et la crapaudine. On peut atteindre encore plus sûrement le dernier but en introduisant une rondelle de caoutchouc entre le pivot et la crapaudine.

La chambre directrice est surmontée par le tuyau d'ascension, qui a un diamètre de 48 centimètres, et qui consiste, comme il a été dit, en pièces distinctes mobiles qu'on peut, pour diminuer la hauteur d'ascension de 3m.40 à 1m.12, enlever en tronçons de 1 mètre, 50 centimètres et 25 centimètres, et qui se termine par un gros tuyau de décharge qui, avec son ajutage rectangulaire, repose sur la muraille du batardeau, qui est armée de planches pour cet objet. Cet ajutage, ainsi que le tuyau de décharge qui est uni par des nervures au tuyau ascendant, sont fixés avec de grosses vis à bois sur l'armature de la muraille, et, en outre, tenus immobiles par un grand nombre de coins en bois qu'on insère dans des oreilles que porte l'ajutage, et qui se prolongent sur la muraille.

L'action de la pompe à couronne qu'on vient de décrire est facile à comprendre en peu de mots. L'eau purifiée qui a passé à travers la claie en osier et les tamis en toile métallique, est entraînée par la couronne et ses aubes impulsives, qui sont en état constant de rotation, et au moyen de la force centrifuge projetée dans la capacité à surface courbe et ascendante de la chambre jusqu'aux extrémités de ces aubes, qui la font ainsi passer dans les cellules de la chambre directrice dont les aubes la ramènent vers le centre du tuyau d'ascension; là, cette eau se trouvant soulevée par les masses liquides qui affluent continuellement et la pressent

avec force, elle monte verticalement et se déverse enfin par l'ajutage de décharge par-dessus la muraille du batardeau.

L'expérience a montré que le pivot et toutes les pièces mobiles n'ont éprouvé, après un service assez prolongé, aucune altération, seulement le collier du haut est souvent devenu chaud lorsque la machine a été soumise tout-à-coup à un travail considérable, celui, par exemple, de vider tout d'abord le batardeau. Le pivot inférieur a parfaitement conservé sa forme et son poli, quoique ayant constamment travaillé au milieu d'un sable mouvant et d'une eau charriant des graviers, ce qui est un argument de plus en faveur des avantages de la courbe dite d'antifrottement.

Cette pompe à couronne n'occupe qu'un espace rond de 1 mètre de diamètre dans le batardeau ; elle n'exige qu'un puits et fait le travail de quatre pompes de 28 centimètres, dont les corps, les bâtis, etc., encombrent considérablement le batardeau, et laissent peu d'espace pour les travaux de maçonnerie.

Toutes les parties de cette pompe à couronne ont été recouvertes d'une peinture noire à l'huile, et celles intérieures d'une peinture rouge au minium. Après seize semaines de travail continu jour et nuit, un examen a montré que le tuyau ascendant et la chambre directrice, ainsi que ses aubes, avaient parfaitement conservé à l'intérieur ces deux enduits ; dans les extrémités courbes des aubes de couronne, la peinture rouge au minium était attaquée, mais celle noire était encore intacte. Dans l'intérieur de la chambre ou enveloppe de la couronne, la peinture rouge avait complètement disparu, mais la noire était bien conservée, preuve nouvelle que cette pompe est exposée à peu d'usure, qu'elle exige peu de réparation, puisque le renouvellement tous les six mois peut-être de la peinture dans quelques parties de l'intérieur, quand on tient à empêcher la rouille d'envahir le fer, ne pourrait être considéré comme une réparation proprement dite.

§ 16. TRAVAIL DES POMPES CENTRIFUGES.

Nous avons déjà fait connaître, à la page 210, le travail des pompes centrifuges de Dietz, mais le jury de la grande exposition de Londres a fait, sur les divers systèmes de pompes centrifuges qui ont été présentées, des expériences dont nous allons reproduire les résultats, d'après M. Moseley, qui a dirigé la portion du rapport relatif à ces machines. Les pompes mises en expérience étaient celle de M. Appold et celle de M. Gwynne, et pour lesquelles on s'est servi du dynamo-

mètre de M. A. Morin, et celle de M. Bessemer, où l'on a fait usage de l'indicateur de M. M' Naught.

NUMÉROS des expériences	HAUTEUR à laquelle l'eau a été élevée en mètres.	QUANTITÉ élevée par minute en litres.	EFFET utile.	RÉVOLUTIONS de la roue par minute.
POMPE CENTRIFUGE DE APPOLD. — *Bras courbes.*				
1	2.590	9.540	0.588	828
2	2.745	7.440	0.648	620
3	5.690	5.274	0.649	792
4	5.897	5.610	0.680	788
5	5.897	5.676	0.650	800
6	7.970	1.962	0.398	843
7	8.235	3.090	0.463	870
Bras droits inclinés à 45°.				
1	5.480	2.544	0.398	694
2	5.480	3.348	0.434	690
Bras rayonnants.				
1	5.480	1.674	0.232	624
2	5.480	2.148	0.243	720
POMPE CENTRIFUGE DE GWYNNE. — *Canaux rayonnants droits parallèles.*				
1	4 170	1.320	0.19	675
2	4.170	1.272	0.19	920
POMPE CENTRIFUGE DE BESSEMER. — *Bras rayonnants et parois coniques.*				
1	1.027	3.781	0.18	60
2	1.158	4.567	0.18	71
3	0.700	(*)	»	40.5
4	1.100	4.007	»	60
5	1.000	3.840	0.225	60

(*) Dans cette expérience l'eau n'a pas jailli; elle est restée suspendue au niveau de la lèvre du dégorgeoir.

§ 17. PRÉCAUTIONS POUR ENTRETENIR LES POMPES CIRCULAIRES.

Les mêmes règles assujetties aux pompes ordinaires à tubes et à mouvements rectilignes, sont applicables à celles-ci, c'est-à-dire, que les effets d'aspiration n'étant dus qu'à la pression atmosphérique, elles ne sauraient élever l'eau si les corps de boîtes sont placés au-dessus de 10m.40; il convient même de les fixer au-dessous de cette limite pour être assuré de leurs fonctions, et afin qu'elles ne soient pas sujettes aux variations atmosphériques.

On doit avoir également soin de ne pas faire passer dans les boîtes une quantité d'eau plus grande que celle que les tubes peuvent conduire, car alors on reproduirait les effets de la presse de Pascal, c'est-à-dire, qu'on agirait sur une grande masse d'eau pour n'en élever qu'une portion, et une très-grande dépense de force motrice en serait la conséquence inévitable.

Les quantités d'eau que peuvent produire ces pompes sont subordonnées au canal intérieur de la boîte et à celui des tubes. La hauteur à laquelle l'eau peut être élevée n'a d'autre limite que celle de la force motrice employée, qui peut s'estimer par atmosphère, c'est-à-dire, par colonne de 10m.40, plus le frottement nécessaire qu'il faut vaincre.

La résistance de toutes les parties du mécanisme, siége du mouvement et des tubes conducteurs, doit être également proportionnée à la pesanteur de liquide suspendu, ainsi qu'à la puissance motrice.

Pour maintenir ces pompes pleines d'eau, et, par ce moyen, éviter de les amorcer, on doit aussi garnir leurs tubes inférieurs de clapets; mais cette précaution devient inutile quand la boîte est peu élevée au-dessus du niveau de l'eau.

On peut aussi garnir les tubes aspirateurs de cribles ou de réservoirs; on doit éviter qu'ils n'appuient sur le sol, afin que l'effet de l'aspiration n'entraîne pas des corps étrangers ou des parties terreuses ou calcaires capables de dégrader le mouvement, ou d'en troubler les fonctions.

La règle à suivre relativement à l'application de cette pompe aux incendies, est de faire passer dans les boîtes une plus grande quantité d'eau que les tubes n'en peuvent émettre, et de ne permettre l'éjection qu'à une portion du liquide sur lequel on agit. On obtiendra ainsi un effet semblable à celui des pompes à incendie ordinaires; mais aussi, comme pour ces dernières, ces résultats seront les consé-

quences nécessaires d'une dépense très-notable de puissance motrice.

Nous avons dit que ces machines, pour être susceptibles de fonctionner, demandent à être placées aux environs de 10m.40, mais jamais au-dessus de cette limite. Un mécanisme très-simple peut être mis en usage pour les puits plus profonds. Nous l'avons dessiné fig. 59; la boîte de pompe est fixée en C à une hauteur supposée de 8m.45, depuis le niveau de l'eau. RR' est une tringle qui porte une fente en A, et cette fente est destinée à fournir librement un passage à coulisse au point d'appui A fixé à la maçonnerie intérieure du puits. PR' est une double manivelle à laquelle s'applique la puissance; elle peut tourner librement sur le support S, et, d'autre part, au bout de la tringle en R'. L'extrémité inférieure de cette même tringle est également fabriquée de manière à s'adapter à la manivelle coudée de la pompe circulaire, qui tourne aussi avec liberté au point R.

Il résulte de cette installation, qu'en agissant circulairement sur le point P de la manivelle, le même mouvement se reproduira en bas au point R.

CHAPITRE IV.

Matériel du corps des sapeurs-pompiers de la ville de Paris.

Le matériel du corps des sapeurs-pompiers de la ville de Paris a été, depuis longtemps, étudié avec le plus grand soin, et c'est, assurément, l'un des plus perfectionnés qu'on connaisse en Europe, et celui qui remplit le mieux son but dans le service. Aussi, en donnerons-nous ici une description très-détaillée, avec toutes les figures propres à en bien faire comprendre jusqu'aux moindres détails. Quant à la manœuvre de ces appareils, nous renvoyons au *Manuel du Sapeur-Pompier*, qui fait partie de l'*Encyclopédie-Roret*, ouvrage qui a été composé par le corps des officiers composant l'état-major, et publié par ordre du ministre de la guerre.

I. NOMENCLATURE DU MATÉRIEL EN USAGE CONTRE LES INCENDIES.

§ 1. POMPE FOULANTE (fig. 1, 2, 3).

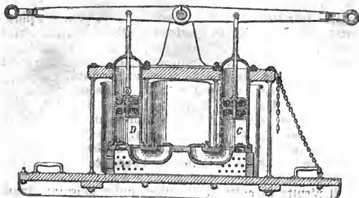


Fig 1. *Pompe foulante.*

Parties en bois.

1 Patin (fig. 4) composé de :

2 Semelles (en chêne) A.
2 Entretoises (en chêne) C.
1 Tablier (en chêne) E.
1 Entablement (noyer, orme ou frêne).

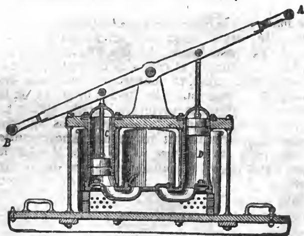


Fig. 2. *Pompe foulante.*

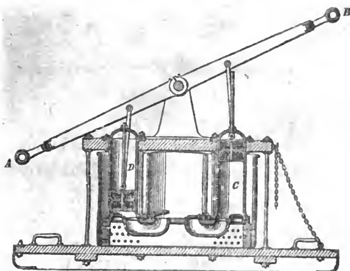


Fig. 3. *Pompe foulante.*

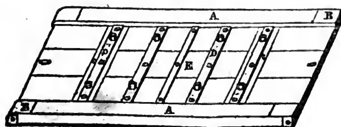


Fig. 4. *Patin.*

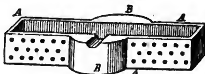
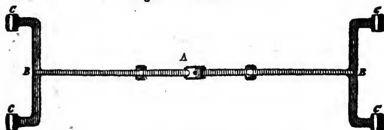


Fig. 5. *Plate-forme.*

1 Plate-forme (fig. 5) composée de :

2 Grands côtés (chêne) A percés de trous pour donner passage à l'eau.
2 Petits côtés (chêne).
Renforts (chêne) B.

Fig. 6. *Balancier 1.*



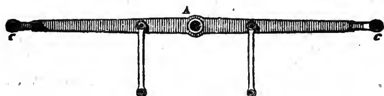
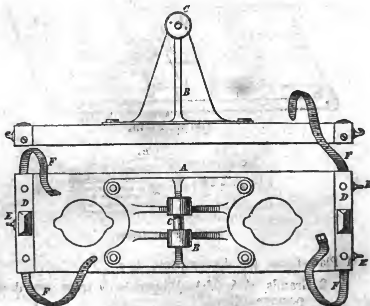


Fig. 7. *Balancier 2.*

Fig 8. *Support du balancier.*



Entablement.

Parties en fer.

1 Balancier (fig. 6 et 7) dans lequel on distingue :

Le Corps.
2 T. B
2 Douilles C.
2 Branches.
1 Boulon arbre avec son écrou.

1 Support de balancier B (fig. 8) maintenu sur l'entablement par 2 vis à bois où il est fixé d'une manière solide par les 4 colonnes dont il est question plus bas.

2 Chapes.

2 Grands boulons de chape.

2 Petits boulons de chape.

2 Emboîtures avec leurs butoirs D, fixées aux extrémités de l'entablement par 6 vis à bois.

2 Plaques de bout d'entablement fixées par 3 vis à bois; celle de l'avant est garnie d'un crochet porte-chaîne; celle de l'arrière en a deux.

3 Crochets porte-chaînes E (1 à l'avant, 2 à l'arrière).

4 Brides de courroies d'entablement.

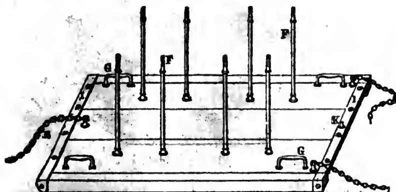


Fig. 9. *Patin.*

4 Poignées à bouts taraudés (écrous noyées dans les semelles) G.

2 Bandes de renfort sous le tablier, servant de bases aux colonnes et fixées par 3 vis à bois.

2 Bandes de renfort sous les entre-toises, servant de bases aux colonnes et fixées par 3 vis à bois.

8 Colonnes à bouts taraudés à embases et à écrous F (fig. 9); 4 fixent le support du balancier, l'entablement et la bâche sur le patin, les 4 autres fixent l'entablement sur le patin.

2 Garnitures de bouts de semelles fixées par 6 vis à bois B.

2 Plates-bandes de bouts de patin fixées par 4 vis à bois et 2 rivets I.

1 Pivot de barre d'arrêt rivé sur la plate-bande de l'arrière K.

1 Piton de chaîne de l'avant fixé sur le patin par un écrou et sa plaque fixée par 4 vis à bois.

2 Pitons de chaînes de l'arrière, fixés par 2 écrous noyés dans les semelles.

1 Chaîne de l'avant de $1^m.50$ de longueur B.

17 Écrous à six pans; 16 pour les colonnes et 1 pour le piton de l'avant.

2 Chaînes de l'arrière de $1^m.40$ de longueur.

Parties en cuivre.

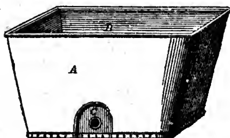


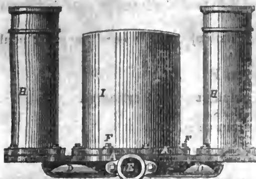
Fig. 10. *Bâche.*

1 Bâche (fig. 10) (cuivre rouge) composée de :

La Paroi A.

Le fond C. Le fonds est fixé à la paroi par des clous rivés (cuivre rouge) ; un trou placé sur le côté gauche donne passage à la sortie.

Le cordon B. Le cordon est composé d'une tringle en fer sur laquelle la paroi est enroulée.



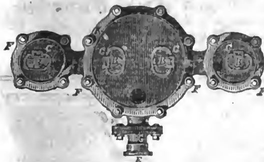


Fig. 11. *Culasse.*

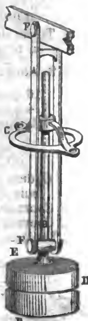


Fig. 12. *Piston.*

1 Culasse (laiton) K (fig. 11). On y distingue :

Les conduits latéraux.
La sortie E.
Les Mentonnets D.

1 Récipient (cuivre rouge) I.
1 Couronne (laiton) J fixant le récipient sur la culasse au moyen de 8 boulons en bronze.
2 Guides (laiton) C fixés sur les cylindres par 2 boulons en bronze.
2 Cylindres (laiton) H fixés sur la culasse par 4 boulons en bronze.

2 Pistons (fig. 12). Un piston est composé de :

1 Tige en bronze B.
2 Plaques (laiton) E dont l'inférieure est vissée sur la tige ; 2 godets en cuir de bœuf embouti, placés dos à dos.

4 Clapets (laiton) B fixés aux mentonnets par des goupilles en bronze.

1 Tuyau de sortie (laiton) G fixé à la sortie par 2 boulons en bronze.

22 Boulons en bronze F:

16 pour le récipient et les 2 cylindres.
4 pour les guides.
2 pour le tuyau de sortie.

Parties en cuir.

4 Godets en cuir de bœuf embouti D. Des rondelles en cuir de bœuf garnissant les godets (4 par godet).
4 Courroies d'entablement F.
4 Courroies fixées aux colonnes de l'avant.
2 Lanières.

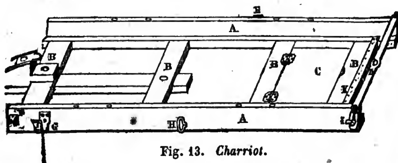


Fig. 13. *Charriot.*

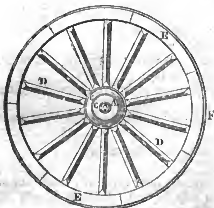


Fig. 14. *Roue.*

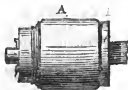


Fig. 15. *Moyeu.*



Fig. 16. *Flèche.*



Fig 17. *Traverse de flèche.*

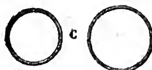


Fig. 18. *Frettes.*

§ 2. Charriot (fig. 13).

Parties en bois.

2 Roues (fig. 14). Une roue se compose de :
  1 Moyeu A (fig. 15).
  7 Jantes E.
  7 Goujons.
  14 Rais (orme ou frêne).
2 Flasques A (orme, frêne ou chêne).
1 Coffret C composé de :
  4 Côtés.
  1 Couvercle.
  1 Fond.
  1 Petit compartiment (chêne).
4 Entre-toises B (chêne).
1 Heurtoir. On y distingue :
  La tête C.
  Le Renfort B.
  La Queue (orme ou frêne).
1 Flèche (fig. 16). On y distingue.
  La tête.
  Le corps.
  La Queue.
  Longueur en avant du charriot 1m (orme ou frêne).
1 Traverse de flèche G (fig. 17), (frêne).

Parties en fer.

2 Frettes C (fig. 18) fixées aux gros bouts des moyeux par 3 vis à bois.
2 Cercles F ; un à chaque roue fixé par 14 boulons à écrous.

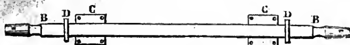


Fig 19. *Essieu.*

Fig. 20.



Esses.

Fig 21.



Rondelle.

Fig. 22.



Boîte de roues.

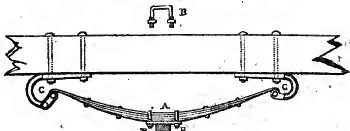
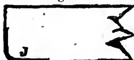


Fig. 23. *Ressorts.*

Fig. 24.



Garnitures de bouts de flasques.



Fig. 25. *Tourniquet.*

Fig. 26.



Support de barre d'arrêt.



Fig. 27. *Bande de frottement.*

1 Essieu (fig. 19) dans lequel on distingue :

Le Corps.
Les 2 fusées B.
Les 2 œils.
Les 2 rondelles d'épaulement D.
Les 2 patins C.

2 Esses H (fig. 20).
2 Rondelles (fig. 21) encastrées dans les petits bouts des moyeux où elles sont fixées par 3 vis à bois G.
2 Boîtes de roues (fig. 22) (fonte de fer) B.
2 Ressorts à 4 lames (fig. 23).
4 Brides de ressorts avec leurs écrous.
2 Mains de ressorts de l'arrière C.
2 Id. de l'avant C.
6 Boulons à écrous fixant les ressorts aux mains.
8 Id. fixant les mains aux flasques.
2 Garnitures de bouts de flasques (fig. 24) fixées par 7 vis à bois J.
1 Double équerre avec son piton garnissant l'extrémité du flasque gauche, fixée par 3 vis à bois.
1 Barre d'arrêt avec son œil D.
1 Patte à anneau fixée sur le flasque droit par 3 vis à bois.
1 Moraillon.
1 Tourniquet (fig. 25) fixé par une tige sur la double équerre I.
1 Support de barre d'arrêt (fig. 26) fixé sur le flasque droit par 2 vis à bois E.
1 Bande de frottement (fig. 27) fixée sur l'entretoise de l'arrière par 15 vis à bois K.
1 Double équerre fixée sur l'entretoise de l'arrière par 11 vis à bois.
1 Id. id. id. de l'avant.
2 Crampons de dessus de flèche.
1 Coiffe de tête de flèche F avec son piton, fixée par un boulon à écrou et 7 vis à bois.
1 Boulon à écrou de tête de flèche.
1 id. fixant la queue de la flèche à l'entretoise du milieu.
1 Boulon à écrou fixant la queue de la flèche et le heurtoir à l'entretoise de l'avant.



Fig. 28. Crochet porte-hache.

1 Boulon à écrou fixant le renfort du heurtoir sur la flèche.
1 Vis à bois à tête carrée avec sa rondelle fixant la queue du heurtoir sur la flèche.
1 Équerre de heurtoir C fixée par 2 vis à bois.
1 Crochet porte-hache G (fig. 28), avec sa chevillette et sa chaînette, fixé par 2 vis à bois sur le flasque gauche.
1 Talon arrêtoir fixé en avant du crochet porte-hache par 2 vis à bois.

Fig. 29.



Anneau porte-hache

1 Anneau porte-hache (fig. 29) fixé par 2 vis à bois H.

2 Quadruples équerres de coffret fixées par 4 vis à bois.

2 Charnières de dessus de coffret fixées par 6 vis à bois.

§ 3. Accessoires de la pompe.

1 Echelle à crochet (fig. 30) composée de :

Parties en bois.

2 Montants en frêne.
10 Echelons ou roulons en épine ou cornouiller.

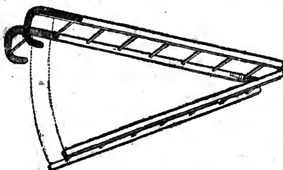


Fig. 30. *Echelle à crochet.*



Fig. 31. *Boulon et son écrou.*

Parties en fer.

4 Boulons dont trois en fer creux.
1 Boulon d'assemblage des courbes.
1 Boulon et son écrou D (fig. 31).
2 Bandes de renfort.
2 Plates-bandes.
2 Sabots.



Fig. 32. *Palonnier.*



Fig. 33. *Tamis en osier.*



Fig. 34. *Hache.*



Fig. 35. *Levier.*

1 Palonnier O (fig. 32).
1 Trait de palonnier avec son crochet.
2 Leviers H (fig. 35).
2 Tamis en osier G (fig. 33).

1 Hache A (fig. 34) garnie d'un manche, composée de trois parties :

Le Pic.
Le tranchant.
L'OEil.

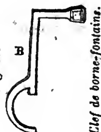


Fig. 36. *Clef de borne-fontaine.*



Fig. 37. *Tricoise.*



Fig. 38. *Clef à tenons.*



Fig. 39. *Clef à panneton.*

Fig. 40.



Pièce pour les poteaux d'arrosement.

Fig. 41.



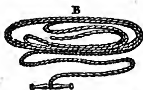
Pièce à 2 vis.

Fig. 42.



Lance.

Fig. 43.



Cordage à feu de cheminée.



Fig. 44. *Commande.*

Fig. 45.



Sac en cuir.



Fig. 46. *Seaux.*



Fig. 47. *Manchon.*

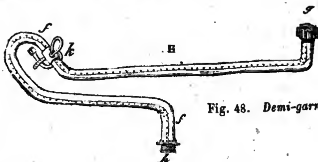


Fig. 48. *Demi-garniture.*

1 Clef de borne-fontaine B (fig. 36).
1 Tricoise C (fig. 37).
1 Clef à tenons H (fig. 38).
1 Clef à panneton A (fig. 39).

1 Pièce pour les poteaux d'arrosement E (fig. 40).
1 Chapeau couvert.
1 Pièce à deux vis D (fig. 41).
1 Lance avec son orifice F *m n* (fig. 42).
1 Cordage à feu de cheminée (fig. 43) avec son bilboquet B (20 mètres de longueur).
1 Commande F (fig. 44).
1 Sac en cuir (fig. 45) contenant 15 seaux S.
2 Demi-garnitures (fig. 48) (une demi-garniture a 16 mètres de longueur) A.
1 Manchon G (fig. 47).

§ 4. POMPE ASPIRANTE.

La pompe aspirante diffère de la pompe foulante par quelques accessoires qui lui sont particuliers et qu'elle a en plus; ces accessoires sont :

Fig. 49.



Tête d'arrosoir.

Fig. 50.



Pièce à 2 vis.



Fig. 51. *Aspiral.*

1 Boule percée en tête d'arrosoir C (fig. 49).
1 Pièce à 2 vis (fig. 50) pour la sortie du côté droit D.
1 Chapeau couvert pour la sortie du côté droit E.
1 Aspiral F (fig. 51) de 6 mètres de longueur, 7 centimètres de diamètre, pesant 30 kilog.

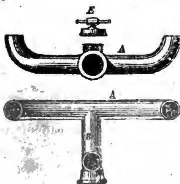


Fig. 52. *Courbe d'aspiration.*

Elle diffère encore en ce que la bâche porte une deuxième ouverture sur le côté droit, et qu'une courbe d'aspiration A (fig. 52) est mise en communication avec les ouvertures des clapets des cylindres. Cette courbe porte à son milieu une branche ayant deux ouvertures, l'une dans la bâche et garnie d'un pas de vis, sur lequel on fixe un chapeau couvert lorsque la pompe doit aspirer, et une boule percée en tête d'arrosoir quand elle doit servir de pompe foulante; l'autre à l'extérieur de la bâche reçoit une pièce à 2 vis sur laquelle on monte l'aspiral, ou le chapeau couvert si la pompe doit être foulante. Le côté droit de la plate-forme éprouve une légère modification.

Lorsque la pompe aspire, l'extrémité de l'aspiral qui plonge doit être garnie de la boule percée.

Renseignements divers.

	Kilogr.
1 Charriot complet avec ses deux roues, pèse. . . .	150
1 Pompe non armée, sans charriot, pèse.	198
1 Pompe armée, sur son charriot, prête à partir, pèse, sans sac de sauvetage.	435
	Litres.
1 Bâche contient	220
8 hommes donnent 92 coups de piston en une minute, le débit est de	215
10 Id. 97 le débit est de	233
12 Id. 103 le débit est de	253

1 Roue ferrée pèse 32 kilogrammes.

§ 5. TONNEAU.

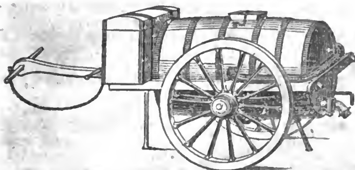


Fig. 53. *Tonneau.*

Parties en bois.

2 Roues en tout semblables à celles de la pompe.
2 Brancards cintrés.
1 Entretoise cintrée à l'avant.
1 Traverse à l'arrière.
1 Coffre.
1 Dessus de coffre.
1 Flèche.
1 Traverse de flèche.
1 Servante.
1 Tonne de la contenance de 315 litres.
1 Tampon.
1 Gueule de tampon.

Parties en fer.

4 Frettes de roues (comme à la pompe).
2 Cercles de roues id.
1 Essieu cintré.
2 Rondelles.
2 Boites de roues (comme à la pompe).
2 Ressorts à 6 lames.
4 Brides de ressorts avec leurs écrous (comme à la pompe).
4 Mains de ressorts ; 2 de l'avant, 2 de l'arrière id.
6 Boulons à écrous pour les ressorts id.
8 Id. id. pour les mains id.
1 Coiffe de flèche avec son boulon à écrou et son piton (comme au charriot de la pompe).

1 Plate-bande de l'avant avec ses trois boulons à écrous.
1 Chaînette porte-servante.
1 Tringle courbée, maintenant l'écartement des brancards et de la flèche, avec son boulon à écrou.
1 Douille de servante avec son piton à patte.
1 Boulon de la queue de la flèche.
2 Supports de tonne.
2 Brides de dessus de tonne à bouts taraudés et à écrous avec leurs pattes à pitons.
1 Chaînette de tampon avec ses 2 pitons.
1 Jambe de force fixée à l'arrière du tonneau, sur le support, par 2 rivets.
1 Branche de robinet.
8 Cercles de tonne.
1 Equerre de coffre avec son boulon à écrou.
2 Equerres de coffre (à doubles charnières, avec leurs boulons à écrous et leurs moraillons).
2 Tourniquets avec leurs plaques carrées fixées par 4 vis à bois.
1 Dessus de coffre en tôle, fixé sur le bois par des petits clous.
4 Grandes équerres d'angles de coffre, fixées sur le bois par 12 vis à bois.
4 Petits équerres d'angles de dessus de coffre, fixées sur bois par 4 vis à bois.
2 Plaques à oreilles de brides de dessus de tonne.
2 Crampons de courroies de tuyau de dégorgement.
1 Feuille de zinc garnissant le couvercle du coffre.

Parties en cuivre.

1 Robinet avec sa plaque (laiton).
1 Contre-plaque placée à l'intérieur de la tonne avec ses 3 écrous (laiton).
3 Boulons de robinet (bronze).

Parties en cuir.

1 Quadruple courroie porte-flambeaux (fixée sous le couvercle par des vis à bois et de la colle forte).
1 Quadruple boucle porte-flambeaux (fixée sous le couvercle par des vis à bois et de la colle forte).
2 Garnitures de supports de tonne.
2 Courroies de tuyau de dégorgement.
1 Rondelle de robinet.

§ 6. ACCESSOIRES DU TONNEAU.

1 Tuyau de dégorgement.
40 Seaux placés dans le coffre.
4 Flambeaux placés dans le coffre.
1 Palonnier.
1 Trait de palonnier avec son crochet.

Renseignements divers.

1 Tonneau contient 315 litres.

Avec le robinet, le tonneau se vide en 3 minutes.

Avec le tuyau de dégorgement, il se vide en 4 minutes 25 secondes.

Le tonneau vide, sans seaux ni flambeaux, monté sur son charriot, pèse 265 kilogrammes.

Le tonneau plein, sans seaux ni flambeaux, monté sur son charriot, pèse 600 kilogrammes.

Le tonneau complètement garni, prêt à partir pour l'incendie, pèse 640 kilogrammes.

§ 7. CHARRIOT A INCENDIE.

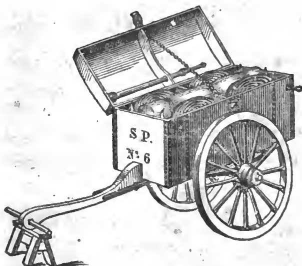


Fig. 54. *Charriot d'incendie.*

Parties en bois.

2 Roues
1 Flèche
1 Heurtoir
2 Flasques
4 Entretoises
} comme au charriot de la pompe.

1 Caisse. Elle se compose de :

2 Grands côtés.
3 Petits côtés.
1 Fond.
2 Grandes séparations maintenues par 4 taquets.
2 Petites séparations.
1 Logement pour le grappin.
1 Logement pour la pince.
1 Couvercle.
2 Taquets supportant le sac de sauvetage.

Parties en fer.

Les parties en fer des roues, de l'essieu et des ressorts, comme au charriot de la pompe. Les ferrures de la flèche sont les mêmes qu'à la pompe; seulement, il n'y a pas de crochets de dessus de flèche, et il n'y a que deux boulons à la queue.

2 Doubles équerres à charnières, garnissant les grands côtés et le couvercle vers les extrémités.
1 Double équerre à charnière, avec son moraillon et son tourniquet; garnissant le milieu de la caisse et du couvercle.
8 Equerres garnissant les angles de la caisse et du couvercle.
1 Jambe de force avec ses deux boulons à écrous et son renfort.
2 Chaînettes porte-leviers.
2 Anneaux porte-leviers.
1 Chaîne avec ses deux pitons maintenant l'ouverture du coffre.
3 Anneaux porte-haches et pioches.
4 Crochets porte-haches.
2 Brides porte-pioches.
1 Plaque d'inventaire en tôle.
1 Feuille en zinc garnissant le dessus du couvercle.

§ 8. ACCESSOIRES DU CHARRIOT A INCENDIE.

1 Sac de sauvetage pesant 30 kilogrammes.
2 Leviers.
2 Pelles.
2 Pioches.
2 Fourches.
4 Haches.
1 Pince.
1 Grappin.
1 Cordage de grappin de 20 mètres de longueur.
4 Demi-garnitures.
1 Palonnier avec son trait et son crochet.

NOTA. La longueur et la largeur du charriot sont les mêmes que celles du charriot de la pompe.

Renseignements divers.

Le charriot vide pèse 235 kilogrammes.
Le charriot garni, prêt à partir pour l'incendie, pèse 410 kilogrammes.

§ 9. APPAREIL A FEU DE CAVE.

1 Blouse.
1 Garniture à hélice.
1 Boîte en bois renfermant la blouse et la garniture à hélice.

§ 10. MATÉRIEL POUR LES FEUX DE CHEMINÉE.

1 Hache.
1 Cordage.
1 Toile en treillis, au milieu de laquelle est placée une poignée en cuir pour faciliter l'aspiration.

§ 11. DISPOSITIONS DE L'ARMEMENT D'UNE POMPE SUR SON CHARRIOT.

Les 2 tamis sont posés sur le balancier, les 2 demi-garnitures montées sur la pompe et pliées en long et en travers par-dessus ces tamis; la lance vissée sur la deuxième demi-garniture; les deux leviers placés le long de l'entablement et reposant sur la bâche; le cordage placé dans la bâche du côté gauche; la hache placée sur le flasque gauche, son

manche introduit dans l'anneau porte-hache, le tranchant vers la terre, la douille reposant sur le crochet porte-hache et maintenue par une chevillette, l'échelle à crochets pliée et placée sous le charriot, de manière que les crochets reposent à l'arrière, sur le tablier, et qu'elle soit soutenue, à l'endroit de la brisure, par la chaîne de l'avant enroulée sur l'échelon; quinze seaux à incendie sont renfermés dans un sac de cuir, sur le devant du patin.

§ 12. PRINCIPES POUR DÉMONTER UNE POMPE DE TOUTES SES PIÈCES ET LA REMONTER.

Lorsqu'on veut démonter une pompe, on dispose une place pour y mettre toutes les pièces; avant de la démonter, on l'éprouve ainsi que les demi-garnitures, par une manœuvre forcée, en fixant un chapeau couvert à l'extrémité du boyau. La pompe étant éprouvée, on démonte les demi-garnitures, on les lave, on les suspend pour les faire sécher et on les graisse si cela est nécessaire.

On procède ensuite au démontage de la manière suivante:

Le chef dévisse le boulon arbre du balancier et les quatre boulons qui fixent les guides sur les cylindres, puis les servants placés aux extrémités du balancier l'enlèvent; il démonte ensuite les écrous de l'entablement et la pièce à 2 vis; les servants enlèvent l'entablement, le corps de pompe et la plate-forme, ayant soin de poser en ordre toutes ces différentes pièces.

On démonte ensuite les cylindres, on visite avec soin les clapets et les mentonnets et on s'assure qu'ils sont bien ajustés et qu'ils jouent convenablement dans leurs charnières.

Toutes les pièces de la pompe doivent être lavées et essuyées. Celles assujetties au frottement doivent être huilées. On gratte les pistons avant de les graisser.

Après ce nettoiement, le chef fait replacer dans la bâche, par les servants, la plate-forme et le corps de pompe qui a dû être remonté, la pièce à 2 vis, l'entablement, le balancier, dont les pistons sont dirigés dans les cylindres par le chef qui replace ensuite le boulon arbre.

§ 13. EXPLICATION DU MÉCANISME DES POMPES A INCENDIE.

Après avoir donné en détail la nomenclature des différentes pièces d'une pompe à incendie, l'instructeur expliquera aux sapeurs le jeu de la pompe et l'action de l'air dans la manœuvre.

§ 14. POMPE FOULANTE.

Pour mettre en jeu la pompe foulante, la bâche étant remplie d'eau, les travailleurs placés comme il sera dit aux nos 106 et suivants, font descendre et monter les pistons dans les cylindres, en abaissant et en élevant successivement les extrémités du balancier. Lorsqu'un des pistons monte, il y a raréfaction d'air entre sa base inférieure et la culasse; l'air extérieur étant alors plus dense, presse sur l'eau contenue dans la bâche, l'oblige à soulever le clapet et à s'introduire dans le cylindre, jusqu'à ce que l'équilibre soit rétabli; les forces étant devenues égales, le clapet retombe, le piston en descendant presse sur l'eau qui, trouvant l'ouverture fermée, est forcée d'entrer dans le récipient en passant par le conduit latéral dont elle soulève le clapet. Le même effort a lieu par le mouvement de l'autre piston, de sorte que l'eau de la bâche entre dans l'un des cylindres au moment où elle est refoulée de l'autre cylindre dans le récipient. Ces deux mouvements se suivant pendant la manœuvre, l'eau arrive dans le récipient d'une manière continue.

Quoique le jeu des pistons soit successif, le jet n'en aurait pas moins une intermittence très-sensible sans l'emploi du récipient. L'eau arrivant dans le récipient par le conduit latéral, en sort sans s'élever, lorsque son évacuation se fait librement; soit par exemple par les demi-garnitures sans lance : mais lorsqu'elle est forcée de sortir par un passage réduit à 15 millimètres de diamètre, elle éprouve une difficulté qui fait élever son niveau dans le récipient, où l'air plus léger que l'eau gagne la partie supérieure en se comprimant, mais sans aucune perte sensible. Cet air devient une espèce de matelas élastique qui régularise la sortie de l'eau, en restituant au jet, au moment où les intermittences auraient lieu, la force qu'il a emmagasinée dans les moments où la compression était plus forte : le récipient est ainsi comme le volant d'une pompe.

En mettant huit hommes pour manœuvrer une des bonnes pompes de Paris, on atteint une élévation de 32 à 38 mètres avec un orifice de 15 millimètres.

La compression de l'air dans le récipient, pendant la manœuvre, est considérable, et beaucoup plus grande qu'on ne le croirait à la vue du jet qui en est le résultat : c'est que l'eau doit vaincre d'abord la résistance due à son frottement le long des demi-garnitures, puis celle de l'air qui ne tarde pas

à la diviser, comme cela se voit aisément, surtout quand l'air est agité.

La projection de l'eau est due à la vitesse qu'elle est forcée de prendre au passage de l'orifice. Cette vitesse est avec celle des pistons dans le rapport des surfaces respectives ; or, l'orifice ayant 15 millimètres de diamètre et le piston 125, le rapport est environ comme 1 est à 70. Ainsi si l'on suppose 90 coups de piston à la minute, la vitesse du jet au passage de l'orifice sera d'environ 1575 mètres dans le même espace de temps.

L'utilité du récipient devient très-sensible lorsque, par une cause quelconque, une fuite d'air se déclarant dans sa partie supérieure, il se remplit d'eau; alors la pompe agit exactement comme s'il n'y avait pas de récipient, c'est-à-dire avec une intermettence de jet qui fait qu'une portion de l'eau seulement parvient au point qu'on veut atteindre quand il est à une certaine distance.

§ 15. POMPE ASPIRANTE.

Les pompes à incendie sont de l'espèce dite aspirante et foulante, mais on donne le nom de pompe aspirante à celle qui puise l'eau à une certaine profondeur, qui, dans la pratique, ne doit pas dépasser 10 mètres.

Lorsqu'on manœuvre, les premiers coups de piston aspirent l'air contenu dans le tuyau ou aspiral ; alors l'eau pressée par l'air extérieur arrive dans le récipient et l'on obtient le même résultat qu'avec la pompe foulante, seulement la manœuvre exige un peu plus de force que celle de la pompe foulante, puisque l'on a à vaincre, outre le frottement de l'eau dans les tuyaux d'aspiration, le poids d'une colonne d'eau qui a pour hauteur la distance verticale du niveau de l'eau aspirée au point le plus élevé de la course du piston.

II. BORNE-FONTAINE, POTEAUX D'ARROSEMENT ET BOUCHES DE SECOURS.

Nous croyons devoir, pour compléter ce que nous avions à dire sur le système du matériel des sapeurs-pompiers de la ville de Paris, ajouter ici quelques détails sur les bornes-fontaine, les poteaux d'arrosement et la bouche de secours, qui complètent le système et fournissent, au besoin, l'eau nécessaire à l'extinction des incendies.

§ 1. BORNE-FONTAINE.

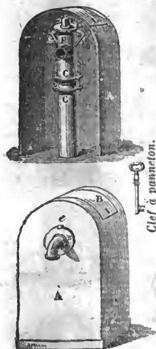


Fig. 118. *Borne-fontaine.*

A, corps de la borne-fontaine en fonte recouvrant tout le système.

B, couvercle à charnière s'ouvrant au moyen de la clef à panneton pour découvrir l'intérieur de la borne-fontaine.

C, cylindre à épaulements placés l'un sur l'autre et formant la conduite d'eau.

D, carré du boisseau qui est placé à l'intérieur du cylindre. Ce carré, qui se tourne au moyen de la clef de borne-fontaine, fait mouvoir le boisseau qui, lorsqu'il présente sa partie vide à la sortie, y laisse arriver l'eau.

E, Masque de fonte qui cache le pas de vis de la sortie, lequel masque doit être démonté pour adapter les boyaux au pas de vis.

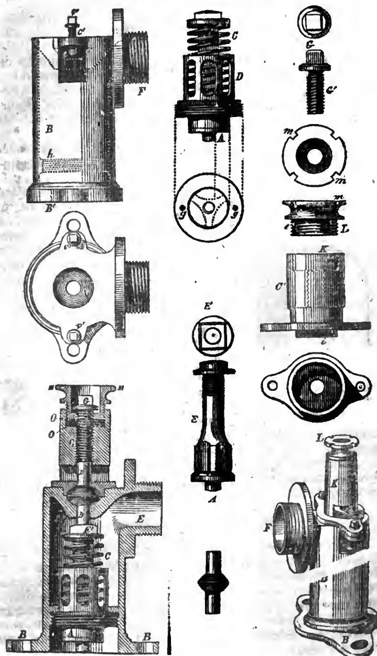
F, Sortie formant pas de vis sur laquelle est monté le masque de fonte pour l'écoulement de l'eau dans le ruisseau, et destiné à recevoir la boîte à vis des tuyaux.

G, Régulateur formant quart de cercle placé derrière le carré du robinet; ce régulateur, tourné de gauche à droite, donne passage à l'eau à divers degrés.

a, Boulon percé d'un œil pour recevoir une clavette *e* et destinés tous deux à maintenir le masque de fonte après la borne-fontaine.

Moyen de se servir de la Borne-fontaine.

1. Pour se servir de la borne-fontaine, il faut : 1° Ouvrir le couvercle B avec la clef à panneton; 2° tourner le carré D du boisseau au moyen de la clef de borne-fontaine; 3° si l'eau ne vient pas avec assez d'abondance, tourner à droite avec le croissant de la clef de borne-fontaine, le régulateur G, placé derrière le cylindre C; alors, l'eau arrivant à la bouche, on peut faire des bâtardeaux ou prendre de l'eau avec des seaux.


C'
F
B
h
B'
C
D
A
g
g
G
G'
m
m
m
L
K
C'
E'
E
A
O
O'
E
C
B
A
B
L
K
F
B

2. Mais s'il s'agit de monter une demi-garniture pour alimenter une pompe ou remplir des tonneaux, il faut, avant de tourner le carré D du boisseau, enlever le masque de fonte E (1) qui cache le pas de vis F, et monter sur ce pas de vis le raccord de la demi-garniture.

Description du robinet de borne-fontaine dit régulateur.

A Soupape à ressort.
D Enveloppe évidée de la soupape.
E Tige de la soupape.
C Ressort à boudin.
E′ Tête de la tige sur laquelle s'exerce la pression pour opérer l'ouverture de la soupape.
D′ Tige mobile enveloppée d'étouffes en *f*.
B Cylindre s'ajustant en B′ avec le tuyau d'eau, et qui reçoit la soupape et son enveloppe. Ce cylindre communique avec F, sortie d'eau portant le pas de vis des demi-garnitures du corps; entre les parois de ce cylindre et l'enveloppe évidée de la soupape, il y a un espace vide d'environ 1 centimètre de large pour le passage de l'eau.
G Vis à tête de compas destinée à fixer l'enveloppe évidée, à l'écrou *h* du cylindre.
C Rebord à oreilles du cylindre, destiné à recevoir celui C′ de la gaine du régulateur qui y est fixé par les vis V et V′.
I et I Evidements destinés à recevoir la tige mobile D′ et les étouffes *f*.
K Gaine du régulateur.
L Régulateur qui se fixe à différentes hauteurs dans sa gaine au moyen de la vis *e* et de l'écrou *e′*. A cet effet, sa tête porte quatre coches *m. m. m. m.* destinées à recevoir les pointes *m. m.* de la clef H.
H Clef portant à sa partie inférieure un canon carré destiné à s'appliquer exactement sur la tête de la vis G.
G Vis de pression portant une vis G′ qui s'appuie sur un rebord intérieur du régulateur.

(1) Pour démonter le masque de fonte, il faut d'abord enlever une clavette qui est dans l'intérieur de la borne-fontaine et qui est attachée par une chaîne ; retirer le boulon qui était traversé par la clavette, placer le croissant de la clef autour du masque, de manière que le talon du croissant entre dans le vide laissé par le boulon, puis tourner à gauche pour démonter le masque.

Manière de se servir du robinet dit régulateur.

3. Le robinet étant en place et fixé au moyen des oreilles BB, on ouvre, comme à l'ordinaire, la borne-fontaine ; puis, si l'eau ne coule pas, après avoir ôté le nez et fixé la demi-garniture avec la clef H, qu'on tourne de gauche à droite, on exerce, au moyen de la vis G, une pression sur la tige mobile D D qui, elle-même, presse la tête E' de la tige de la soupape, de manière à opérer la contraction du ressort CC, d'où il résulte l'ouverture de la soupape en A. (La clef doit être tournée jusqu'à ce que la tête G' de la vis de pression soit arrêtée par le rebord interne du régulateur.) L'eau, s'introduisant alors par les ouvertures dans les évidements XX de la tige de la soupape et YY de son enveloppe, se répand dans l'intervalle qui existe entre l'enveloppe et le cylindre, et enfin s'échappe par l'ouverture E. On suppose ici que le régulateur est tout-à-fait descendu, c'est-à-dire, que son rebord externe O touche l'extrémité O de sa gaîne; s'il n'en était pas ainsi, la soupape ne pourrait s'ouvrir qu'en partie. Il faut donc, avant tout, à l'aide des points MM de la clef qu'on place dans les coches *mm* du régulateur, descendre tout-à-fait ce dernier afin d'avoir tout le jeu possible.

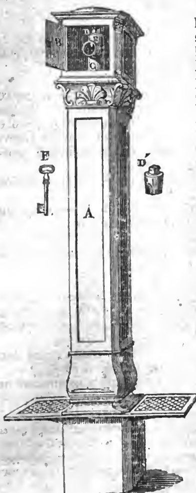


Fig. 119. *poteau d'arrosement.*

§ 2. POTEAU D'ARROSEMENT.

A Boîte creuse servant d'enveloppe, dans laquelle est placé perpendiculairement le tuyau de conduite destiné à alimenter la sortie.

B Petite porte qui masque le pas de vis.

C Cylindre creux adapté au tuyau de conduite et renfermant le boisseau.

D Boisseau terminé par un carré et qui se tourne au moyen de la clef de borne-fontaine pour donner passage à l'eau en tournant de droite à gauche.

E Sortie par laquelle l'eau s'écoule lorsque le boisseau D est ouvert, et destiné à recevoir le raccord du boyau de dégorgement pour emplir les tonneaux.

F Clef pour ouvrir la petite porte B.

G' Clef de borne-fontaine pour ouvrir en tournant le carré D du boisseau.

D' Boisseau placé à l'intérieur du cylindre C.

Moyens de se servir du poteau d'arrosement.

4. Pour faire usage des poteaux d'arrosement, il faut : 1° ouvrir la petite porte B avec la clef à panneton; 2° monter la pièce à poteaux sur le pas de vis de la sortie E; 3° monter ensuite le raccord de la demi-garniture sur celui de la boîte à vis; 4° ouvrir le carré D du boisseau avec le canon de la clef de borne-fontaine qu'on introduit par la petite porte B.

5. On remarquera que quelques poteaux d'arrosement ont un couvercle qui s'ouvre en-dessus du poteau au moyen de la clef à panneton, et, dans ce cas, c'est par cette ouverture qu'on introduit la clef de borne-fontaine pour tourner le boisseau.

§ 3. BOUCHES AUX FONTAINES PUBLIQUES.

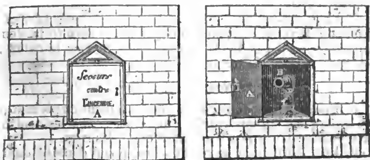


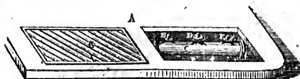
Fig. 120. *Bouches d'eau.*

A Plaques servant de porte qui s'ouvre au moyen de la clef à panneton.

B. Sortie formant pas de vis déstiné à recevoir la boîte des demi-garnitures.

C Conduite d'eau.
D Carré du boisseau qui se tourne au moyen de la clef de borne-fontaine.

§ 4. BOUCHES SOUS LES TROTTOIRS.



A Trottoirs.
B Regard dans lequel passe la conduite d'eau.
C Conduite d'eau.
D Chapeau couvert monté sur un pas de vis.
E Boisseau terminé par un carré qui s'ouvre pour l'écoulement de l'eau dans le ruisseau.
F Boisseau terminé par un carré.
G Couvercle qui cache le regard B.

MOYENS DE SE SERVIR DES BOUCHES D'EAU PLACÉES 1° AUX FONTAINES PUBLIQUES ; 2° SOUS LES TROTTOIRS.

1° *Aux fontaines publiques et à divers endroits.*

6. Ces bouches d'eau placées aux fontaines publiques à environ 1m.50 de hauteur, se reconnaissent en ce qu'elles sont masquées par une plaque sur laquelle est écrit : *Secours contre l'incendie.*

7. Pour s'en servir, il faut d'abord ouvrir avec la clef à panneton la plaque formant porte; monter ensuite la demi-garniture sur le pas de vis de la sortie et tourner le carré du boisseau avec la clef de borne-fontaine.

2° *Sous les trottoirs.*

8. Dans les rues de Paris où l'emplacement ne permet pas de mettre des bornes-fontaines, on a placé sous les trottoirs des bouches d'eau pour l'assainissement des rues.

9. Pour faire usage de ces bouches, il faut d'abord ouvrir, au moyen de la clef à panneton, le couvercle G que l'on trouve sur le bord du trottoir. Ce couvercle étant renversé, on aperçoit deux carrés et un chapeau couvert.

10. Si on veut faire écouler l'eau dans le ruisseau pour obtenir un bâtardeau, il suffit d'ouvrir les carrés E et F.

11. Mais si l'on veut alimenter une pompe à incendie ou remplir des tonneaux, il faut fermer le carré F, démonter le chapeau couvert D et monter une demi-garniture sur le pas de vis, fermer le carré E et rouvrir ensuite le carré F. Les carrés D, E, F se tournent au moyen de la clef de borne-fontaine.

§ 5. ROBINETS SOUS BOUCHES A CLEFS.

12. Beaucoup de bornes-fontaines et de bouches d'eau sont garnies de robinets placés sur la portion du tuyau qui porte l'eau de la conduite principale à la borne-fontaine. Ces robinets sont placés sous le pavé à une profondeur que la gelée atteint rarement; ils servent, quand on les ferme, à empêcher l'eau de monter dans le tuyau ascendant de la borne-fontaine, et servent aussi à faire écouler l'eau qui était dans cette partie ascendante, de manière que la branche étant vide, ne peut être atteinte par la gelée.

13. Pour ouvrir la bouche à clef, il faut, avec une grande clef de fontainier, tourner le robinet sous terre; alors l'eau monte à la bouche de la borne-fontaine, et s'écoule assez rapidement pour ne pas être saisie par la gelée.

14. La plupart des bornes-fontaines des théâtres sont garnies de robinets d'arrêt et de décharge. Les clefs de ces robinets sont dans les postes ou chez les concierges; il est essentiel que les caporaux de grand'garde sachent où sont ces clefs et en fassent usage pour barrer les robinets au commencement des gelées et les ouvrir au dégel.

15. Pour barrer une borne-fontaine, il faut : 1° enlever le tampon de la bouche à clef, placé ordinairement en avant et à 1m.65 environ de la borne-fontaine ; ce tampon se soulève au moyen d'un crochet de fer ; 2° ouvrir le robinet de la borne-fontaine pour laisser écouler un peu d'eau ; 3° tourner, au moyen d'une longue clef de fontainier, le robinet qui est sous terre jusqu'à ce que l'eau ne coule plus par la bouche de la borne-fontaine; 4° remettre le tampon; 5° fermer le couvercle de la borne-fontaine en laissant le robinet ouvert.

CHAPITRE V.

Vocabulaire de quelques-uns des termes les plus usités dans les arts du Fontainier et du Pompier.

Accélération. Le mouvement des corps graves pendant leur chute est accéléré; pendant leur ascension il est retardé.

Les espaces parcourus par un corps grave abandonné à l'action de la pesanteur terrestre sont proportionnels au carré des temps; et dans chaque seconde qui suit la première, l'espace parcouru est égal au premier, multiplié par le carré du temps, moins ce premier espace. Les liquides suivent la même loi.

Accompagner un tube. On entend par accompagner un tube de conduit, le soutenir dans sa longueur, afin qu'il ne cède pas par un des points intermédiaires non suspendu à sa pesanteur propre.

Quand un tube un peu long est suspendu horizontalement par ses deux extrémités, la pesanteur même du tube peut être considérée comme produite par une infinité de forces qui agissent toutes dans le sens de la verticale.

Alors les deux extrémités d'attache et d'appui supportent un effort considérable, et si les points de support intermédiaires ne sont pas suffisamment rapprochés, le poids du tube, celui de l'eau contenue, peuvent se réunir pour faire casser le tube.

Ces causes de ruptures peuvent ensuite s'ajouter avec les effets de la dilatation ou de contraction des tubes par la gelée ; toutefois, les efforts que supportent les points d'appui diminuent à mesure que la position des tubes se rapproche de la verticale.

Dans les incendies, on doit avoir soin d'accompagner ou soutenir les tubes de cuir, soit par des individus, soit par des moyens quelconques ; car on peut bien les monter vides; mais lorsque l'eau y est refoulée, le poids en augmente considérablement, fatigue les points d'appui lorsqu'ils ne sont pas multipliés, ou produisent quelquefois des accidents funestes en causant la chute des travailleurs.

Accoupler. On accouple deux systèmes de corps de pompe pour détruire leurs intermittences. Mais on peut arriver aux mêmes résultats avec un seul tube. (*Voyez* page 145.)

Accumulation d'air. Dans les pompes circulaires, il ar-

rive, lorsqu'elles sont placées aux environs des grandes limites d'aspiration, que la boîte se remplit d'air, soit qu'il se fasse issue par les tourillons, soit encore qu'il provienne de l'eau du puisart. La pompe, continuant à jouer, n'agit plus que sur cet air qui, quelquefois même, tient en suspens la colonne d'eau qui se trouve dans le tube supérieur. Il suffit, pour l'en chasser, d'ouvrir une issue à cet air par une ouverture ménagée à dessein à la boîte; alors, il sort par la seule pression de la colonne d'eau supérieure, et quand la boîte s'est de nouveau remplie d'eau, on la bouche, et la pompe est susceptible d'entrer en fonctions.

Acreté. Le cuivre jaune ou laiton acquiert par la chaleur une telle âcreté, qu'il devient presque impropre à fournir un frottement doux. Une prompte usure et une consommation notable de puissance en sont la conséquence inévitable.

Adhérence. Deux surfaces semblables, appliquées l'une contre l'autre, adhèrent fortement ensemble, surtout lorsqu'elles sont mouillées.

Cette adhésion n'est pas le résultat de la pression atmosphérique, puisqu'elle a lieu également dans le vide pneumatique.

Affaissement. Lorsque, par un mauvais ajustage de la part des soupapes, l'eau s'affaisse dans les corps des pompes, on se trouve nécessairement dans l'obligation de les amorcer de nouveau. Souvent cet accident est dû à des corps étrangers qui viennent se fixer entre les soupapes ou dans leurs articulations.

Agrès. On nomme agrès tous les appareils nécessaires pour armer une pompe à incendie, tels que la lance, les manches en cuir, etc.

Aiguillette. Petite ficelle dont on se sert pour lier les manches en cuir sur leurs ajustages à vis.

Air. L'air joue un grand rôle dans les fonctions des pompes (*voyez* ce que nous en avons dit au commencement de cet ouvrage; voyez aussi *Atmosphère*).

On nous permettra ici une petite digression relativement aux effets que l'on peut tirer de l'air atmosphérique comprimé au moyen d'un véhicule quelconque et d'une pompe rotative.

Fig. 56. Supposons le tube B plongé dans l'eau ou un liquide plus visqueux, dans une solution d'hydrochlorate de chaux, par exemple, qui jouit aussi de la propriété de ne pas dégrader le cuivre. Supposons encore que la boîte soit très-

solide ainsi que le tube adapté en A; que ce dernier soit d'un calibre beaucoup plus grand relativement au volume du liquide qui peut passer dans la boîte.

Maintenant la boîte étant pleine de liquide, faisons tourner la manivelle de la pompe, de manière à l'obliger de se refouler dans le tube supérieur que nous supposons, en outre, bouché solidement, de manière à ne pas permettre à l'air comprimé de se faire issue au dehors; alors, l'air du tube se comprimera fortement, et si on continue à faire agir la pompe, il faudra nécessairement que le tube éclate ou que le bouchon parte avec une puissance et une énergie égales à celles de l'air comprimé; et cet effet sera également relatif à la superficie que présentera ce bouchon ou à son diamètre, ou encore à celui du tube supérieur.

Nous n'avons fait des expériences qu'avec une machine de très-petite dimension, et cependant nous sommes parvenus à obtenir des résultats prodigieux, qui ont failli même être funestes aux assistants.

Mais ces résultats peuvent se multiplier dans leurs effets, si on parvient à projeter instantanément une grande somme de calorique dans l'intérieur du tube où se trouve l'air comprimé : or, la chose nous paraît facile.

Car, si au tube supérieur, on pratique une lumière semblable à celle des canons, j'entends dans la partie occupée par l'air comprimé; qu'on charge cette lumière avec un composé inflammable, tel que du chlorate de potasse ou de l'iodure d'azote; si cette matière bouche hermétiquement la lumière de manière à intercepter le passage à l'air comprimé, ce qui d'ailleurs peut se faire, puisqu'elle ne supporte qu'une pression égale à la superficie de son orifice intérieur; si, ensuite, par percussion extérieure ou autrement, on l'enflamme, elle se projettera à l'intérieur, échauffera instantanément l'air comprimé, le dilatera, et produira une détonnation beaucoup plus grande, plus spontanée que la première.

Mais cette inflammation peut s'obtenir de plusieurs manières, soit par un effet d'électricité, soit par le moyen du platine spongieux et d'un courant de gaz hydrogène.

Nous regrettons de n'avoir pas eu les moyens de pousser jusque-là nos expériences, comme aussi de n'avoir pu continuer celles que nous nous proposions de faire sur l'air atmosphérique employé comme véhicule en remplacement de la vapeur d'eau dans les machines à vapeur.

Ajutages. Fig. 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30. Pièces qui sont destinées à servir de liaison, soit aux tuyaux de conduit, soit aux corps de pompe entre eux; il en est qui peuvent glisser

les uns dans les autres, et préviennent ainsi les effets de la dilatation du métal; les autres s'obtiennent par des raccordements de collerettes et de boulons. On interpose entre ceux-ci des feuilles de plomb, de cuir ou de papier, qui sont destinées à remplir les défauts du métal. Les ajutages des boyaux d'incendie s'obtiennent par des étuis à vis tels, qu'on ne soit pas obligé de tourner les manches dans toute leur longueur pour les raccorder; fig. 28, en tournant la pièce en laiton BB, les deux parties AX se raccorderont.

Alimentaire. On donne le nom de pompe alimentaire à celle qui est destinée à alimenter les chaudières des machines à vapeur. On ne doit jamais leur adapter des garnitures de cuir, à cause de la grande chaleur qu'elles sont à même de supporter, car souvent l'eau qu'elles refoulent dans la chaudière a été chauffée préalablement. La figure 21 représente une pompe de cette espèce.

Alléser, allésoir. Cette opération consiste à donner une figure régulière et cylindrique à l'intérieur des cylindres ou corps de pompe après qu'ils sont sortis de la fonte. A cet effet, on fait mouvoir circulairement, de haut en bas, dans le corps des cylindres, des outils qu'on nomme *allésoirs*.

Les allésoirs sont des massifs circulaires en cuivre jaune, sur le contour desquels on a ménagé plusieurs fentes destinées à recevoir des lames d'acier, de telle manière qu'au moyen de petites cales placées entre le dos de ces lames et le fond de leurs mortaises, on puisse les faire saillir plus ou moins en dehors, relativement au diamètre qu'on veut conserver au corps de pompe.

En parcourant toute leur longueur, les lames enlèvent les aspérités qui sortent de leur cercle de révolution, et quand les parois intérieures conservent encore des chambres ou soufflures, si elles ne sont pas trop profondes, on tâche de les franchir en faisant saillir davantage les lames de l'allésoir, et en recommençant la même opération.

Allumer, amorcer, engrener. Amorcer une pompe, c'est y jeter un peu d'eau afin que la heuse puisse agir immédiatement sur l'air intérieur et ensuite sur l'eau.

Allonge. On appelle allonge une portion de tube en cuir, portant à ses deux extrémités des pièces de raccordement destinées à s'ajouter à la manche en cuir principale.

Dans les incendies, quand la distance du feu à la pompe n'est pas grande, on conçoit qu'il serait bien désavantageux de laisser aux manches en cuir une longueur incommode, et

d'ailleurs préjudiciable relativement au frottement de l'eau dans leur canal intérieur; alors on les diminue d'une, de deux ou de trois allonges, quitte à les remettre en cas de besoin.

Alternatif. Le mouvement des pistons dans le corps de pompe est rectiligne et alternatif; dans les pompes circulaires à cloisons, semblables à celle qui est dessinée fig. 48, le mouvement est circulaire et alternatif. Le mouvement applicable aux pompes fig. 53, 56 et 57, est un mouvement circulaire et continu; c'est le plus favorable à la transmission de la puissance motrice.

Alun. Sulfate d'alumine; sel formé par la combinaison de l'acide sulfurique avec l'alumine ou argile pure; il est efflorescent, et remarquable par la grande propriété dont il jouit de laisser échapper à l'air l'eau de cristallisation qu'il contient.

Amont. Aller en amont d'une rivière ou d'un courant d'eau quelconque, c'est remonter contre son courant; aller en aval, c'est faire le contraire.

Amorcer. Voyez *allumer*.

Angles. Les angles des tubes de conduits nécessitent, de la part de ces derniers, une plus grande résistance aux endroits coudés; et cette résistance doit être relative à la petitesse de l'angle, et par conséquent au choc d'autant plus brusque du liquide. Nous avons déjà eu l'occasion de dire que l'action du courant d'eau intérieur était évidemment de redresser les tubes courbés.

Aqueducs. Canaux en maçonnerie destinés à conduire l'eau dans des lieux quelconques, malgré les inégalités du terrain.

Aréomètre, pèse-liqueur. Instrument dont on se sert pour peser les liqueurs. Lorsqu'on veut analyser l'eau d'une source, on doit la soumettre au pèse-liqueur, qui en fait connaître la pesanteur spécifique. On la compare ensuite avec celle de l'eau pure, et on juge ainsi de son plus ou moins grand état de pureté.

Arrosage. En adaptant à une pompe aspirante et foulante sans intermittence, ou à une pompe entièrement circulaire, une manche en cuir et une pomme d'arrosoir comme celle de la figure 7, on pourra s'en servir comme d'arrosoir.

Articulations. Jointures de deux leviers, qui les rendent susceptibles de se plier dans cet endroit. Elles peuvent se fa-

briquer de manière à se resserrer lorsque l'usure les a dégradées.

Ascension. L'ascension de l'eau dans les corps de pompe peut être le produit de deux causes différentes : de l'aspiration, et alors elle est subordonnée à la pression atmosphérique; du refoulement, et alors elle ne dépend plus que de l'intensité de la puissance motrice : elle peut être aussi le résultat de ces causes agissant simultanément.

Aspiration. Effet par lequel on produit la soustraction de l'air, en tout ou en partie. L'air étant un corps pesant, le mot aspiration ne convient qu'à ceux qui ne peuvent se rendre raison de la pression extérieure de l'atmosphère, qui s'exerce à l'extérieur d'un tube quelconque lorsqu'on soustrait l'air qu'il contient. C'est le défaut d'équilibre qui presse le liquide dans l'espace vidé d'air et qui ne participe plus avec la pression de l'atmosphère.

Atmosphère. Masse d'air qui enveloppe la terre, qui presse tous les corps qui sont à sa surface, soit solides, soit liquides. La force de l'atmosphère est égale à une colonne de mercure de 76 centimètres de hauteur, pesant 1 kil. 032 par centimètre carré de surface.

Si la pression de l'air ou de l'atmosphère était appliquée à nos corps autrement que par l'intervention du fluide dans lequel nous respirons, il deviendrait absolument impossible que les mouvements des parties du corps qui constituent la vie pussent avoir lieu; le mécanisme le plus faible et le plus fragile de ses organes ne pouvant manquer d'être détruit. Mais par cette admirable propriété de la distribution égale de la pression fluide, non-seulement nous pouvons supporter le poids de 13,598 kilogrammes de la pression atmosphérique, sans la sentir; mais cette pression peut être doublée en plongeant le corps à 12 mètres sous l'eau dans une cloche à plongeur, sans qu'aucun des nerfs qui sont sur le corps soit fatigué par cette énorme pression.

Aval. Voyez *Amont*.

Balancier. CM, fig. 38. Verge de fer rigide, plus ou moins longue, et qui sert à mettre en mouvement les tiges de piston des pompes; on les charge ordinairement d'un poids tel que C, dont le but est d'entretenir le mouvement et la puissance motrice. Leur forme et leur mode d'application varient à l'infini.

Baromètre. Les influences qu'éprouve le mercure des baromètres sont relatives à celles que subit l'eau dans les corps

de pompe; et quand une pompe agit dans les grandes limites, s'il arrivait qu'elle ne fournît pas d'eau, qu'on consulte le baromètre, et si le niveau du mercure est bas, c'est que celui de l'eau dans le corps de pompe est pareillement bas, à cette différence près, que quand le mercure varie par lignes, l'eau varie par pieds.

Baryte. Le chlorhydrate ou l'eau de baryte sont employés pour reconnaître la présence des sels calcaires, que souvent contiennent les eaux de puits.

Bassins, Réservoirs. Quand des bassins ou des réservoirs communiquent entre eux par des tubes, des canaux, etc., l'eau ou un liquide quelconque répandu dans l'un d'eux prendra un même niveau dans les autres, quelles que soient leurs formes et leurs capacités.

Quand les liquides sont de différentes espèces, de différentes densités, les niveaux sont relatifs à leur volume et à leur pesanteur propre.

La pression des liquides contre les parois des vases ouverts se distribue également, même lorsque ces vases sont sphériques, car elle agit comme la masse multipliée par la hauteur de la colonne d'eau supérieure.

Quand les vases sont bouchés, la pression exercée sur le liquide avec une puissance quelconque se distribue uniformément sur leurs parois intérieures. Il faut en déduire la pression exercée par la pesanteur propre du liquide relative à sa hauteur.

Ciments. Voici quelles sont les règles pour se servir des ciments hydrauliques qu'on rencontre aujourd'hui, à des prix très-modérés, dans le commerce et qui servent à une foule d'usages dans l'art du fontainier.

Prendre une auge bien propre, de l'eau bien limpide, du sable bien nettoyé de terre d'alluvion ou toute autre matière étrangère, mesurer un litre ou deux de ciment, y mélanger un litre de sable, prendre une mesure d'eau représentant à peu près un demi-litre, plus ou moins selon la force du ciment, et une fois arrivé à une gâchée formant une pâte molle comme un bon mortier ordinaire, on doit continuer ainsi et non verser à plusieurs reprises et au hasard, comme font beaucoup d'ouvriers. Il ne faut gâcher que ce qu'on peut employer de suite, sans cela le ciment durcirait et il faudrait le jeter comme inutile. Tout ce qu'on vient de lire s'applique parfaitement au ciment romain de Pouilly, de Vassy et autres, qui ont été récemment découverts, et qui sont supérieurs à celui découvert il y a 30 ans par Smith.

Les ciments de Pouilly et de Vassy peuvent s'employer parfaitement dans la construction des bassins ou réservoirs, soit qu'on les coule en planches plates ou cylindriques, soit qu'on bâtisse les bassins en pierre ou brique enduites avec ces ciments; le succès dépend entièrement de l'emploi et de la qualité du ciment. J'en ai employé sortant du même tonneau, avec le même sable et gâché par le même ouvrier, qui a été bon ou mauvais, suivant que je me trouvais là ou que je n'y étais pas, parce que les ouvriers les plus maladroits sont aussi ceux qui suivent le moins les instructions qu'on leur donne. Il est essentiel de garder le ciment romain dans un lieu sec et de ne pas le poser sur terre, car sans cela il absorberait assez d'humidité pour se convertir en pierre dans le sac qui le contiendrait.

L'enduit en bon ciment romain doit être placé sur de la pierre ou de la brique bien cuite; il durcit à l'eau. Il a une telle force, qu'une heure après la construction d'un bassin on peut y mettre l'eau. Il ne réussit pas avec la brique mal cuite, il l'emporte. Il faut avoir soin de bien garnir la brique de mortier à chaux, mais de n'en pas mettre sur les bords qui doivent être renduits, parce que le mortier empêchant l'adhérence du ciment à la pierre et à la brique, le renduit tomberait à la première gelée. Il ne faut pas l'employer en plein soleil et choisir même de préférence un temps pluvieux; si le bassin est construit au soleil, il faut couvrir le renduit jusqu'à ce qu'il soit sec, c'est-à-dire pendant deux ou trois jours, et même l'arroser avec un arrosoir à pomme ou une petite pompe à pomme; c'est un moyen excellent pour l'empêcher de gercer. Quand on a pris ces précautions et qu'on a employé de bon sable, il acquiert promptement la dureté de la pierre. J'ait fait avec celui de Pouilly des bassins en brique qui contiennent l'eau pendant un certain temps, mais elle finissait par disparaître au travers des pores de la brique dans les parties qui n'était pas renduites. La meilleure construction est sans contredit celle en silex et ciment, mélangé de moitié sable bien lavé.

Le ciment pur est excellent pour faire le scellement des pierres plates dont on veut faire des bassins ou réservoirs; il faut alors bien mouiller la pierre et gâcher le ciment un peu mou, mais que sa mollesse provienne plutôt du mouvement auquel on l'a soumis en le gâchant, que de la quantité d'eau.

Il est moins bon pour sceller les robinets que le mastic des fontainiers.

Boîte à cuir. On surmonte souvent les fonds supérieurs

des pompes à double effet et à un seul cylindre, dans la partie qui donne passage à la tige, d'une boîte à cuir dont l'objet est de s'opposer aux suintements de l'eau.

Boulons. Les boulons sont des vis qui portent une tête et une queue vissée. On en fait usage pour lier entre elles plusieurs pièces du mécanisme des pompes, et particulièrement les collerettes et les fonds des tubes de conduits.

La tête des boulons, offrant une certaine surface, doit toujours s'appliquer contre celle des deux parties serrées qui offre le moins de résistance.

Quand des ajustages de tubes laissent suinter de l'eau, et qu'en même temps ils sont dans le cas de supporter, de la part du liquide, une grande pression, on ne doit serrer les boulons que quand l'écoulement a cessé, afin de pouvoir le faire uniformément et éviter ainsi qu'un seul, en supportant toute la pression de l'eau, ne puisse par cela même se rompre.

Lorsque le boulon est à écrou et surtout à écrou à oreille, il est bien meilleur de faire cet écrou en métal qu'en fer, parce que le fer se rouillant promptement, l'écrou en fer devient tellement dur qu'on le casse souvent en le dévissant. L'oxydation du cuivre étant moins considérable, l'écrou reste plus facilement mobile.

Boyau, Manche de cuir. Nom qu'on donne aux manches de cuir adaptées aux pompes à incendie. Elles sont garnies intérieurement de diaphragmes, suivant les fonctions qu'elles remplissent. (Voyez *Diaphragme*.)

Ces boyaux doivent être visités souvent et entretenus avec un corps gras, dans un état de souplesse sans lequel il seraient difficiles à manœuvrer, et sans lequel ils crèveraient presque toujours sous l'effort de la pression.

On a essayé de remplacer les tuyaux de cuir par des toiles imperméables, mais cela ne réussit que pour les pompes de jardin où on laisse le tuyau placé horizontalement sur la terre ou sur du gazon.

Bringuebale. Levier qui sert à faire agir la tige du piston des pompes.

De même que les leviers, les bringuebales des pompes peuvent avoir leur point d'appui entre la puissance motrice et la résistance à vaincre, et ils se rapportent alors au levier de la première espèce, fig. 42. R est la résistance, P la puissance, A le point d'appui.

Quand les distances RA et AP sont les mêmes, et en

supposant la puissance et la résistance égales, elles se font équilibre.

Mais si RA est moitié de AP, P entraîne R; et si cette puissance P était la moitié de la résistance, elle lui ferait équilibre. Si AP est triple de AR, P pourra faire équilibre à une résistance triple; et, en général, autant de fois AR sera contenu dans AP, autant de fois la résistance R pourra s'augmenter, sans cesser d'être en équilibre avec la puissance P. Ce levier est celui dont on fait usage le plus souvent.

Le levier de la seconde espèce est représenté fig. 43. La résistance est placée entre le point d'appui et la puissance, et ces deux forces sont opposées. Alors la puissance agit de bas en haut, et la résistance, de haut en bas. Ce levier se rapporte entièrement au premier; car, que la résistance cède ou ne cède pas, les pressions exercées au point R et sur l'appui A seront égales; et, dans ce cas, on peut supposer que la résistance soit le point d'appui, et le point d'appui la résistance.

Le levier de la troisième espèce, fig. 44, est peu usité. La puissance P est entre la résistance et le point d'appui; on conçoit que, quelle que soit la distance de P au point A, dès qu'elle est moindre que AR, elle ne saurait faire équilibre à la résistance R.

En général, si au moyen des leviers on gagne en force, on perd en vitesse; et quelle que soit la forme, coudée, brisée ou circulaire, elle n'influe en rien sur les effets de puissance, car on ne doit considérer que la distance, en ligne directe, de la puissance à la résistance et au point d'appui.

Capillaires. Tubes infiniment petits quant à leur diamètre intérieur.

Céruse. Le mélange de la céruse et de l'huile forme une pâte propre à enduire le papier qu'on interpose entre les collerettes des boîtes des pompes circulaires et leurs fonds.

Chambre. Voyez *Alléser*.

Chapelet. Pompe à chapelet. Le mouvement qui les met en fonction est circulaire et continu; il se transmet par une chaîne ou chapelet.

Charbon. Le charbon pilé a la propriété de s'emparer des substances animales contenues dans les eaux corrompues, et c'est pour cela qu'on en place au-dessus des filtres.

Les propriétés désinfectantes du charbon sont telles, qu'il suffit à lui seul pour faire d'excellentes fontaines dépuratoires. Il faut, pour cela, en concasser une certaine quantité qu'on place dans le fond d'un vase quelconque, avec une poignée

de paille devant l'orifice ou la cannelle ; 6 à 7 centimètres suffisent. Il faut aussi en mettre autant de bien pilé et bien lavé, et ce vase deviendra une très-bonne fontaine filtrante.

Cheval. On a souvent lieu d'appliquer la puissance motrice des machines à vapeur aux pompes à eau, et, comme dans ces machines, la puissance dont elles sont capables s'estime par le nombre de chevaux dont elles représentent le travail, il ne sera pas inutile de connaître quelle est la valeur d'une pareille puissance.

On admet généralement, aujourd'hui, qu'une force de cheval est égale à l'élévation d'un poids de 75 kilogrammes à 1 mètre de hauteur en une seconde. Ces 75 kilogrammes, élevés à 1 mètre dans cet espace de temps, servent de mesure toutes les fois qu'il s'agit d'élever un fardeau, de l'eau ou autre objet quelconque, et comme on est convenu d'appeler kilogrammètre l'élévation d'un poids de 1 kilogramme à 1 mètre en une seconde, il en résulte qu'un cheval théorique est représenté par 75 kilogrammètres par seconde, et la force de l'homme par celle de 10 à 15 kilogrammètres dans le même espace de temps.

Chopines. Pièces à soupapes qu'on place au bas des corps de pompe, et qui servent à retenir l'eau dans les mouvements descendants du piston. K, fig. 17, est une chopine. Elles servent aussi à maintenir la pompe pleine d'eau quand elles ne sont plus en fonctions.

Circulaire (*Pompe*). Les pompes entièrement circulaires ont l'avantage de n'avoir point d'alternatives dans leurs fonctions, et d'être mues par un mouvement de rotation qui est le plus favorable à la communication de la puissance motrice.

Citerne. Réservoirs souterrains destinés à recevoir l'eau de pluie.

Clepsydre. Horloge des anciens, qui se composait de deux vases réunis et communiquant entre eux par un petit orifice ; le temps se mesurait par l'intervalle qu'une certaine quantité d'eau mettait à passer alternativement de l'un dans l'autre. Les inégalités de température devaient les faire varier beaucoup, eu égard à la dilatation de l'eau. Plus tard, on a remplacé l'eau par du sable.

Cloison. Obstacle nécessaire dans les pompes circulaires pour présenter au liquide un appui quelconque, et l'obliger de se refouler par le haut, et de se reproduire par le bas.

Collerette, Collet. Prolongements du métal des tubes, ou corps de pompes qui reçoivent l'application des boulons; ils doivent être d'une résistance proportionnée à celle des tubes : on les fabrique ordinairement de la même épaisseur.

Communication du mouvement. La figure 32 représente le moyen le plus simple et le plus usité par lequel on communique la puissance à la tige du piston; c'est un levier de la première ou deuxième espèce; il est bien évident que, suivant la direction plus ou moins oblique de ce levier, qu'on nomme bringuebale, la force motrice est plus ou moins divisée, et, qu'en outre, l'extrémité A décrit une portion de cercle dont le point d'appui B est le centre. Il résulte de ce mouvement circulaire du point A, que les tiges des pistons, si elles sont rigides, ne sauraient obéir sans se briser, puisque, dans ce cas, elles ne doivent fournir qu'un mouvement parallèle au corps de pompe.

Alors on les fabrique avec deux articulations, fig. 33 et et 45, en A et B. Cette disposition ne diminue pas les pertes de puissance motrices dues aux inclinaisons diverses de la bringuebale, mais elle s'accorde avec le mouvement oblique que suivent les tiges relativement aux pistons.

On transmet aussi la puissance motrice au moyen d'un système semblable à celui de la fig. 35. La tige du piston est fabriquée à crémaillère, et elle engrène avec un secteur de cercle correspondant à un levier dont le point d'appui est en B. Ce point d'appui est le centre du secteur. Il résulte de cette construction, que la tige du piston peut ne pas être articulée comme la précédente.

Dans la fig. 36, on a remplacé l'engrenage par deux chaînes qui communiquent la puissance au piston, c'est-à-dire, à sa tige. La chaîne AB s'arrête en B, s'appuie sur la surface circulaire du secteur, et va se fixer ensuite en A : la chaîne B'A' s'arrête en B' et A'. Le jeu de cet appareil est trop simple pour mériter une explication détaillée.

Dans la fig. 38, le mouvement du balancier MC se communique aux deux secteurs BA, B'A'. Les deux parties circulaires peuvent être dentées ou construites convenablement pour recevoir l'application des chaînes.

Fig. 37. Autre moyen de communication par une poulie et un levier fendu.

Fig. 39. Application du volant au mouvement rectiligne. TI, tige du piston de la pompe; TL, bièle de communication; elle est articulée en T et en L sur un rayon du volant; la puissance s'applique en P.

Il serait vraiment impossible de reproduire dans des li-

mites aussi étroites tous les moyens de communication qui ont été mis en usage ; mais la plupart se fondent presque tous sur ceux que nous venons de développer.

Compressibilité. L'eau avait été regardée pendant longtemps comme un corps incompressible ; mais MM. OErsedt et Perkins sont parvenus à la comprimer sous une pression de 1,000 atmosphères à 0,065 de son volume primitif : ces messieurs soupçonnent qu'en général tous les liquides sont compressibles en raison inverse de leur densité.

Compression. On appelle pompe de compression, les petites pompes foulantes dont on se sert pour refouler de l'eau ou du gaz dans une capacité bouchée ou dans un liquide quelconque. Ainsi, en refoulant du gaz acide carbonique dans l'eau, on parvient à lui donner une qualité gazeuse dont on fait usage en médecine.

Concentrique. — La pompe de Dietz, la pompe fig. 49, sont des pompes concentriques.

Conduits, tuyaux. Voyez page 138.

Conique. La forme conique ou évasée est celle qui offre le plus de solidité pour les bassins ou réservoirs. Nous avons dit, à l'article *presse hydraulique*, que l'expression de la puissance exercée par l'eau sur le fond d'un bassin, était égale à la surface de la base multipliée par la hauteur.

Contraction et dilatation. Presque toutes les substances solides ou fluides se contractent par l'effet du froid, et se dilatent par la chaleur : il en est de même des métaux ; et lorsqu'ils ne supportent point de charge ou d'effort, ces effets se compensent réciproquement. Les tubes de conduit, soumis à ces accidents par le contact de l'eau, se crèveraient s'ils n'étaient pas fabriqués et installés de manière à obéir aux différences de longueur qui en sont la suite.

Corps de pompe. C'est la partie comprise depuis celle que parcourt le piston, inclusivement, jusqu'à celle où se place la chopine.

On appelle chopine une pièce à soupape qu'on place au bas d'un corps de pompe et qui sert à retenir l'eau dans les mouvements descendants du piston. K, fig. 17, est une chopine.

Course des pistons. C'est la partie des corps de pompe que parcourent les pistons ; c'est aussi celle qu'il importe de fabriquer le plus régulièrement. A chaque course, les pistons enlèvent, à peu de chose près, une quantité d'eau égale à leur base multipliée par la longueur de la course du piston.

Cuir. Il est employé comme garniture des pistons; on l'interpose entre les parties serrées pour opposer un obstacle aux suintements de l'eau; on en fabrique aussi des manches ou boyaux d'incendie; mais il ne saurait nullement supporter la chaleur.

Cuivre. Ce métal est fréquemment mis en usage pour la fabrication des mécanismes de pompe; lorsqu'il est destiné à former une capacité ou un vase quelconque, on l'emploie sans alliage; mais pour les pistons, soupapes, ajutages, etc., on emploie le laiton.

Le laiton est un alliage de 80 à 60 parties de cuivre rouge sur 20 à 40 parties de zinc.

Il est jaune, très-malléable et ductile à froid; à chaud, il se rompt facilement; il se travaille avec la plus grande facilité.

En contact avec le fer et en même temps avec l'eau, il donne lieu à une prompte dégradation de la part du fer; cet effet est dû à l'électricité différente qu'acquièrent ces deux métaux quand ils se touchent, électricité d'autant plus énergique qu'elle s'aiguise par le contact de l'eau; ces effets sont relatifs à ceux de la pile de Volta.

Le fer, relativement au cuivre, acquiert l'électricité vitrée ou positive; c'est celle qui le rend propre à s'emparer de l'oxygène de l'eau, et qui, par conséquent, entraîne sa propre oxydation.

Le cuivre attire l'hydrogène par l'effet de l'électricité résineuse ou positive qu'il acquiert par rapport au fer.

Ainsi donc il convient, autant que possible, de n'employer dans la construction des pompes en métal, que des métaux de la même espèce.

Décalitre. Mesure de dix litres.

Décomposition de l'eau. On obtient la décomposition de l'eau au moyen du fer et d'une forte chaleur. Cette expérience est due à Lavoisier. Après avoir mis dans un tube de porcelaine des morceaux de tournure de fer, il le fit rougir, et fit entrer, dans sa capacité intérieure, de l'eau goutte à goutte; ce tube était installé pour recueillir et l'eau qui avait échappé à la décomposition, et le gaz résultant. Ensuite, en pesant la tournure de fer qui s'était oxydée, il s'aperçut qu'elle avait augmenté de poids. Réunissant cette quantité au poids du gaz hydrogène qui fut recueilli, et à l'eau non décomposée, il trouva un poids égal à l'eau injectée.

Dégorgeoir. Tube attenant au corps de pompe par où l'eau s'écoule après avoir été aspirée ou refoulée par l'effet du pis-

ton. Il peut y en avoir plusieurs sur le même corps, selon la hauteur à laquelle on veut prendre l'eau; il faut seulement que le plus bas ou les plus bas puissent fermer hermétiquement pour forcer l'eau à monter jusqu'au plus élevé. Dans ce cas, les dégorgeoirs inférieurs se ferment avec des cannelles, et le corps de pompe devient par rapport à eux une espèce de réservoir où l'on puise en tournant le robinet.

Densité. Le maximum de densité de l'eau est à + 4° centigrades; au-dessus et au-dessous de ce degré, elle occupe un volume plus grand.

Diaphragme. Anneaux de métal que l'on place dans l'intérieur des manches en cuir, lorsqu'elles sont employées à aspirer l'eau; ils sont destinés à s'opposer à l'aplatissement du tube par l'effet de la pression atmosphérique.

Dilatation. Voyez *Contraction.*

Ductilité. Qualité du métal qui le rend propre à s'étendre et à se plier dans tous les sens sous les coups de marteau.

Dynamique (unité). On entend par unité dynamique, 1 mètre cube d'eau élevé à 1 mètre de hauteur en une seconde. Voyez *Cheval.*

Eau. Nous avons indiqué les moyens qu'on emploie pour reconnaître quelles sont les qualités de l'eau qu'on veut employer; mais ces moyens doivent s'accorder avec ceux par lesquels on juge de sa transparence, de sa limpidité; on doit la goûter avec soin, l'éprouver par l'odorat et même par le toucher. On doit s'assurer de sa pesanteur au moyen du pèse-liqueur, etc. Les livres de chimie indiquent tous les moyens par lesquels on parvient à reconnaître les diverses qualités de l'eau; elles sont indifférentes à notre objet, puisqu'on peut être dans le cas d'élever des eaux de quelque espèce qu'elles soient, quand même elles seraient applicables à d'autres usages que celui de notre boisson ordinaire.

Ecrou. Pièce de métal d'une forme carrée ou octogonale, percée au milieu d'une ouverture taraudée, destinée à recevoir la partie vissée des boulons.

Ecrouir. Battre le métal à froid pour le rendre plus dense et lui donner plus de ressort.

Le cuivre jaune écroui fournit d'excellents ressorts, qui s'altèrent peu dans l'eau; on peut donc les employer avec avantage dans la construction de la pompe circulaire à noyau excentrique.

Engrener. Voyez *Allumer*, etc.

Equilibre des liquides. Si dans un tube recourbé comme

un siphon, vous versez un liquide quelconque, le niveau s'établira de part et d'autre à la même hauteur; si vous versez d'un côté du mercure, dans l'autre branche de l'eau, 758 millimètres de mercure feront équilibre à 10m.40 d'eau.

Tout corps qui flotte déplace une quantité d'eau égale à son poids.

Un liquide abandonné dans une capacité quelconque, prend un niveau horizontal, et ce même liquide pressera inégalement les parois du vase, suivant la hauteur de la paroi relativement au niveau supérieur.

Les fonds du vase supporteront un effort égal à la base par la hauteur, quel que soit l'évasement des parois latérales.

Etuis. On place quelquefois dans les pompes en bois des étuis de métal qui sont destinés à servir de course au piston; comme c'est la partie qui se dégrade le plus promptement à cause du frottement qu'elle éprouve de la part du piston, c'est aussi celle qui demande à être le mieux fabriquée; d'ailleurs la forme du reste de la pompe est indifférente (aux effets de la presse hydraulique près).

Excentrique. Pompe à excentrique; on évite par cette disposition l'emploi d'une cloison fixe ou mobile.

Explosion. Si on bouche le sommet du tube supérieur d'une pompe aspirante et foulante, et qu'on continue à pomper, en supposant que la pompe soit allumée, l'air se comprimera dans le tube supérieur, jusqu'à ce qu'il ait acquis assez de ressort pour faire éclater le tube, ou pousser avec force le bouchon. Nous sommes parvenu, par ce moyen, avec une faible puissance et une pompe à excentrique, à obtenir des effets prodigieux.

Filtre. C'est avec le secours des pierres poreuses qu'on parvient à débarrasser l'eau des matières terreuses ou des sédiments qu'elle tient en suspension. Les détriments de pierre calcaire, placés au-dessus d'une surface, tamisés, remplisent le même but. Le papier joseph convient lorsqu'on opère sur de petites quantités.

Flèche. Nom qu'on donne à la barre de fer M C, fig. 38, et qui remplit les fonctions de balancier.

Fontaines. Réservoir naturel ou pratiqué de main d'homme, capacité quelconque, ou corps d'architecture qui sert à l'écoulement des eaux; il se dit aussi du robinet par où coule l'eau d'une fontaine.

Foulante. Les pompes foulantes sont celles qui, après avoir aspiré l'eau, la refoulent ensuite par des tubes adaptés au corps principal de la pompe. L'effet d'aspiration est subordonné à la pression atmosphérique; l'effet refoulant en est indépendant: il n'a d'autre limite que celle de la force motrice employée.

Franchir. Franchir une pompe, c'est la vider entièrement. Franchir un réservoir, une source, un navire, c'est également vider l'eau que ces capacités peuvent contenir. On dit qu'une pompe est capable de franchir une source ou une voie d'eau lorsqu'elle peut en émettre plus qu'ils ne peuvent en fournir.

Gelée. Nous avons dit que les effets résultant de la gelée, et qui font passer l'eau de l'état liquide à l'état solide, lui donnent aussi un volume plus grand d'un quatorzième. Il en résulte que les tubes de conduits doivent être susceptibles de céder à cette augmentation de volume.

Dans les tubes bouchés, la force expansive de l'eau passant à l'état de glace, est capable de triompher des plus grands obstacles. Nous avons bien dit qu'en plaçant les tubes de conduits assez en dessous du sol pour leur conserver la température des caves, on peut prévenir cet effet; mais ceux qui sont exposés à l'air sont aussi exposés aux accidents résultant de la gelée, d'autant plus que, si la glace se produit d'abord aux extrémités des tuyaux, elle les bouche et s'oppose ensuite à l'expansion de la glace intermédiaire.

Ces accidents donnent lieu à de fréquentes et coûteuses réparations, et ne peuvent se prévoir qu'en vidant les tubes avant que la gelée ne les ait attaqués. Ils s'ajoutent ensuite à la contraction qu'éprouve le métal par l'effet d'un abaissement de température.

Nous ferons connaître par la suite un appareil pour prévenir les effets de la gelée sur les tuyaux.

Grains. Défauts du métal, communs au fer.

Il arrive souvent que les frottements multipliés des pistons dans les cylindres ou corps de pompe, produisent contre leurs parois intérieures des cannelures longitudinales qui donnent lieu à des pertes d'eau assez notables. Ces accidents nuisibles son dus à la position constante du piston dans sa course, à la différence d'effet qui existe entre le corps frottant et le corps frotté, et le plus souvent à des corps étrangers qui viennent se fixer dans les garnitures des pistons.

Pour prévenir ces accidents, on garnit les tubes aspirateurs d'une trémie métallique telle que Z, fig. 55, destinée à arrêter les corps étrangers que la pompe tend à aspirer, et on évite

également de faire appuyer ces tubes sur le fond même des réservoirs ou des sources.

Ces corps étrangers ne sauraient s'attacher semblablement aux pistons qui sont entièrement en métal, mais ces derniers sont affectés d'autres inconvénients aussi préjudiciables.

Tous les ouvriers en métaux savent combien il est difficile d'obtenir des masses de fer, quelque minimes qu'elles soient, dont toutes les parties soient parfaitement homogènes; ces accidents de la matière qui constitue le fer sont aussi à craindre dans la construction des pompes que dans celle de presque toutes les machines qui demandent de la précision dans l'exécution.

Les grains plus communs au fer qu'à tout autre métal, peuvent être cachés d'abord et se montrer dans l'usage : ils résistent ordinairement à toutes les opérations qu'on fait subir à ce métal pour lui ôter son aigreur et lui donner le degré de malléabilité qui lui permet d'obéir ensuite à toutes les formes que l'adresse de l'homme veut lui donner. Ils sont tellement durs quelquefois, qu'ils résistent au burin et à la lime. Alors, que ce soient les pistons qui en contiennent, ou que ce soient les cylindres ou corps de pompe, ils font eux-même l'office de burins, et dégradent promptement la partie soumise à leur frottement.

On doit donc se hâter d'aviser au remplacement de la partie défectueuse avant qu'elle ait produit la dégradation entière des deux à la fois.

Heuse. Le piston des pompes, garni de ses clapets ou soupapes, s'appelle heuse.

Hydrogène. Un des deux corps simples qui constituent l'eau; il y entre dans la proportion de deux parties en volume sur une partie d'oxigène. Il ne se réunit à l'oxigène, pour former de l'eau, que sous certaines conditions. Ils se séparent par l'effet de l'électricité, et l'hydrogène s'attache principalement à celui des deux métaux qui, par son contact avec l'autre, donne lieu à un développement d'électricité, et conserve l'électricité résineuse ou négative.

Inertie Propriété qu'ont les corps de rester d'eux-mêmes dans leur état de repos ou de mouvement, jusqu'à ce qu'une cause étrangère les en retire.

Injection. Les pompes à injection, propres aux machines à vapeur, sont semblables à celle qui a été dessinée fig. 21.

Jauge. Les fontainiers se servent d'une boîte qui, sur les parois latérales, porte plusieurs ouvertures inégalement élevées relativement aux fonds. Connaissant la quantité d'eau

que contient la capacité avant qu'elle ne s'écoule par la première, seconde, troisième, etc., ouverture, il leur devient facile de mesurer le produit d'une fontaine dans un temps donné. Cette boîte s'appelle jauge.

Kilolitre. Mesure équivalente à mille litres; mètre cube d'eau distillée, grande unité dynamique.

Laiton. Voyez *Cuivre*.

Laminoir. Mécanique dont les pièces principales sont deux cylindres en métal qui tournent en sens contraire l'un de l'autre, et qui sont susceptibles de se rapprocher plus ou moins, suivant l'épaisseur qu'on veut donner au métal.

En passant les feuilles de métal entre ces cylindres, elles acquièrent une épaisseur uniforme par une compression toujours égale.

On lamine également les tubes de plomb en les passant à la filière et en plaçant dans leur canal intérieur un mandrin du même calibre que celui qu'on veut conserver au tube.

Lance. On appelle lance de pompier, le tube conique X, fig. 1 *bis*, qui termine les manches à incendie.

Leviers. Voyez *Bringuebale*.

Liquéfaction. Changement qu'éprouve les corps solides par une certaine addition de calorique.

Si on augmente encore la quantité de colorique, plusieurs corps solides, mais particulièrement ceux qui sont liquides à la température ordinaire de l'atmosphère, se transforment plus ou moins promptement en gaz ou vapeurs aériformes et élastiques. Cet effet sera plus prompt si on déprime la surface des corps devenus liquides de la pesanteur atmosphérique.

Degrés de fusion ou de liquéfaction de quelques substances particulières.

Nom des substances.	Degrés du thermomètre centigrade auxquels ils entrent en fusion.
Le suif.	33°
La cire.	68°
Le soufre.	172°
L'étain.	210°
Le bismuth.	256°
Le plomb.	260°
Le zinc.	370°
Cuivre jaune.	2093°
Cuivre rouge.	2526°
L'argent.	2602°
L'or.	2894°
Le fer.	9300°

On hâte la liquéfaction des métaux par des alliages, et cette propriété devient utile pour la soudure des métaux. (Voyez *Soudure.*)

Litre. Cette mesure est égale à un décimètre cube d'eau distillée, prise à 4° centigrades de température (*maximum* de densité); elle est égale au poids d'un kilogramme.

Longe ou lanière. Nom que les pompiers donnent à une bande de cuir dont on entoure les manches à incendie lorsqu'elles sont percées.

Malléable. Voyez *Ductile.*

Manivelles. Les manivelles qui sont destinées à faire mouvoir l'axe de rotation des pompes circulaires se rapportent entièrement aux leviers coudés; ainsi, voyez ce que nous en avons dit à cet article.

Mastics. 9 parties de brique pilée et bien fine.

1 partie de litharge, protoxyde de plomb.

On mélange, et on humecte avec de l'huile de lin. Ce mastic est propre à arrêter les infiltrations d'eau; il est très-dur, raie le fer. Il ne devient solide qu'au bout de cinq ou six jours.

Le mastic composé avec du brai ou de la résine et de la brique pilée en plus ou moins grande quantité et de la cire, est fréquemment mis en usage pour sceller les tubes de conduits en terre cuite.

Ménisque. Nom affecté à la forme sphérique convexe ou concave, qui termine la colonne de mercure dans les baromètres, ou les colonnes de liquide dans les tubes capillaires.

Mètre. Dix-millionième partie du quart du méridien; unité de mesure des Français.

Modérateur. Le volant est un modérateur, et proprement dit un réservoir de forces vives. On peut obtenir un modérateur d'une espèce toute nouvelle, et que nous ne relaterons ici que parce que nous pensons qu'il peut s'appliquer à plusieurs mécanismes particuliers; il s'obtient au moyen de l'eau ou d'un liquide quelconque plus visqueux.

A B (fig. 67) est un cylindre dans lequel circule de haut en bas une rondelle C D attenante à une tige; ces pièces sont en laiton, et la rondelle C D est ajustée dans le cylindre de manière à glisser sans frottement : sa course peut être réglée par un fond qui s'appliquera sur AE.

Maintenant, supposons que la tige soit sollicitée suivant la flèche, c'est-à-dire de bas en haut, alors l'air supérieur à la rondelle sera obligé de passer en dessous, ou bien cette ron-

delle sera obligée de soulever un poids égal à celui de la colonne atmosphérique supérieure. Toutefois, comme pour obtenir un frottement uniforme, ou plutôt une course sans frottement, on a donné un peu de jeu à la rondelle C D, l'air pourra s'écouler entre elle et la paroi cylindrique du vase en C et D ; mais si on met de l'eau dans l'appareil, et si on augmente la superficie de la rondelle et par conséquent la capacité du cylindre, on pourra obtenir une résistance proportionnée à la colonne d'air supérieure. Dans ce cas, elle ne pourra plus s'élever sans qu'on soit obligé de lui appliquer une forte puissance. Supposons qu'elle ne s'élève pas, alors en perçant à la rondelle plusieurs trous, ou en la rendant plus libre dans le cylindre, son élévation sera proportionnée au temps que le liquide mettra à passer de dessus en dessous la rondelle.

On peut substituer de l'huile à l'eau, ou encore une solution d'hydrochlorate de chaux.

Moteur. Toute espèce de moteur peut s'appliquer aux pompes. Un courant d'eau peut s'adapter immédiatement à l'axe des pompes rotatives, au moyen d'une roue à aubes mue par ce même courant, dont on peut élever ensuite une portion. On est dans l'obligation de réduire le mouvement alternatif et rectiligne des pompes ordinaires en mouvement circulaire, pour leur appliquer ensuite un courant d'eau, ou bien employer des espèces de pendules à eau qui compliquent beaucoup le mécanisme.

Pistons. Pièces cylindriques munies de soupapes, et qui sont mises en mouvement par une tige ; elles sont ou garnies avec des étoupes, ou avec du cuir, ou bien encore les pistons sont entièrement en métal : les pistons des pompes à incendie ne portent point de soupapes.

L'usure peut être prévue en employant les pistons métalliques, dont on se sert pour les machines à vapeur.

Les figures 68 et 69 représentent les diverses parties qui composent le piston métallique, ce sont trois secteurs A B, B C et C A (fig. 69), et trois triangles équilatéraux D, E, F, de même épaisseur, qui constituent un système circulaire compris entre deux rondelles, dont une a pu être marquée dans la figure 59 : toutes deux sont reproduites, dans la figure 68, par M N et O P.

Ces trois triangles (fig. 69) sont chassés du centre à la circonférence par des ressorts qui, d'un côté, appuient sur la tige du piston, de l'autre, sur un des côtés des triangles, de telle sorte que, quand le contour de ce piston ou le cylindre

même vient à presser, ce piston s'élargit à mesure, et remplit une espace qui resterait vide, sans la propriété dont il jouit de s'étendre de lui-même.

Les deux plaques métalliques et parallèles M N et O P (fig. 68) sont d'un diamètre un peu plus petit que celui du système, et servent à en retenir toutes les parties dans une position convenable. On oppose, d'ailleurs, l'un au-dessous de l'autre, deux systèmes semblables, de manière à ne former qu'un seul piston, et à ne pas faire correspondre les intersections d'une des tranches avec celles de l'autre. La figure 68 représente un piston composé de la sorte, et vu dans une position convenable pour laisser apercevoir la disposition des intersections.

Pneumatique (pompe). Pompes dont le mécanisme se rapporte à celui des pompes ordinaires, mais qui sont construites pour agir sur l'air; elles demandent, par conséquent, un soin de construction particulier : elles sont étrangères à notre objet.

Presse hydraulique. Machine au moyen de laquelle, avec de très-petites puissances, on obtient de grands effets; son principe a été développé page 103.

Raccordements. Pièces au moyen desquelles on ajoute bout à bout les tubes de conduit ou les manches en cuir. (Fig. 24, 25, 26, 27, 28, 29 et 30.)

Réaction. C'est à la réaction d'un courant d'eau arrêté spontanément dans les tubes, qu'on doit les effets du bélier hydraulique.

Recuit. Opération par laquelle on donne à l'acier les qualités nécessaires pour l'objet auquel il est destiné ; cette opération consiste à faire chauffer l'acier après qu'il a été trempé.

Lorsque l'acier vient d'être trempé à son plus haut degré de force, il est très-cassant, très-dur, et incapable de se laisser entamer à la lime ni au burin ; les outils même finis, et qu'on laisserait dans cet état de dureté, ne supporteraient pas de grands efforts sans se rompre ni s'émousser par cassures. Mais le recuit, en leur ôtant un peu de leur dureté, leur donne aussi des qualités nouvelles. Voici comment se pratique cette opération :

On polit la pièce trempée, et on la fait chauffer de nouveau ; peu à peu elle perd de son brillant, et prend une couleur jaune-paille : si on arrête la chauffe à ce point, l'acier a acquis le degré de dureté convenable aux burins, rasoirs, fraises, limes, etc. En continuant le recuit, de jaune qu'il était, il devient plus foncé, passe au jaune roussâtre. L'a-

cier, à ce degré, a acquis la dureté convenable aux pignons de montre, aux couteaux, ciseaux, canifs, etc.

Il passe ensuite au bleu, et c'est cette couleur qui convient aux ressorts, c'est-à-dire, qu'il devient élastique.

Passé cette couleur, il incline à reprendre ses premières qualités d'acier détrempé, et devient tout à fait impropre à fournir l'élasticité ou des tranchants durables.

Retardé. Le mouvement d'un liquide qui s'échappe par jet d'un tube vertical, et de bas en haut, est uniformément retardé.

Remous. Effet du déplacement d'eau que produit un navire lorsqu'il est animé d'une vitesse quelconque. De cet effet il résulte que, l'eau tendant à remplir le vide que le navire laisse derrière lui, une certaine portion du liquide s'attache au navire, le suit, et c'est encore une des résistances qu'il faut faire entrer dans la résistance totale qu'éprouvent les navires pour s'avancer dans un fluide quelconque.

Nous n'en faisons mention ici, que pour poser deux questions qui peuvent avoir un peu de rapport à notre objet principal.

1° Un tube placé de l'arrière d'un navire de telle sorte que sa longueur fût en dedans du même navire, et son ouverture exposée en dessous du niveau de l'eau, un tube pareil se remplirait-il d'eau, en supposant que le navire soit animé d'une vitesse quelconque?

L'effet du remous, celui naturel de la pression du liquide qu'éprouve la carène dans tous les sens, s'ajouteront-ils pour pousser l'eau avec plus de force dans l'intérieur du tube?

Un piston qui agirait dans le sens favorable pour pousser le liquide en dehors, un piston pareil avec un peu de frottement et sans articulation, d'une surface proportionnée, et animé d'une puissance alternative et égale à celle des machines à vapeur qu'on applique ordinairement aux roues à aubes, offrirait-il un point d'appui capable de remplacer les roues à aubes?

Ne serait-il pas à l'abri du boulet?

Le cylindre ne pourrait-il pas se fermer en dehors par une espèce d'écluse à tiroir et par le piston même?

2° Un tube qui communiquerait avec l'intérieur du navire par l'arrière, et dont l'ouverture contiguë serait placée en dessous de la flottaison; un tube semblable, mais qui se prolongerait ensuite bien au-delà du remous, par exemple, à vingt brasses, supposons-le aussi en cuir, serait-il susceptible d'introduire de l'eau dans le navire?

En supposant que non, ne pourrait-il pas s'installer d'une manière volante, de façon à être mis en place en cas de besoin seulement?

Quelle serait la vitesse nécessaire pour que l'eau intérieure du navire s'écoulât par ce tube, ou quelle serait la longueur qu'il conviendrait de lui donner pour telle ou telle vitesse (1)?

Robinet. Tout le monde sait ce que c'est qu'un robinet, et cependant tout simple que paraisse cet appareil, c'est l'un de ceux qui ont reçu les formes les plus variées et les plus multipliées.

Les petits robinets se font ordinairement en étain, mais les gros robinets pour décharge ou conduite d'eau se font en laiton, en bronze à canon ou en fonte de fer.

Il y a des robinets à une seule voie, des robinets à deux, à trois et même à quatre voies.

Un robinet, pour faire un bon service, a besoin d'être construit avec soin, il faut que la clef s'adapte très-exactement dans le boisseau, mais qu'elle soit néanmoins de forme telle qu'elle s'oppose à toute infiltration d'eau, et en même temps soit facile à faire manœuvrer, sans adhérer et sans gripper. Ces conditions étant remplies, un robinet, quand on en aura soin, fera un long et utile service.

Il y a des robinets à clefs, des robinets à vannes tournantes, des robinets à boule, des robinets à clapet, des robinets à tube compressible, etc., etc.

Les robinets, dont la construction est du ressort de l'art

(1) Un capitaine de navire marchand se trouvait, dit-on, dans les vents alisés avec un bâtiment qui faisait beaucoup d'eau. Ayant comparé les forces de son équipage avec celles qu'il serait nécessaire d'appliquer aux pompes pour avoir le temps d'arriver à un port, il sentit qu'il lui était de toute impossibilité de l'atteindre, même en supposant les chances les plus favorables relativement au temps ou au vent : voici l'opération qu'il tenta, et qui, assure-t-on, lui réussit.

Après avoir mis son bâtiment sous le nez, c'est-à-dire, après avoir enfoncé dans l'eau par l'avant, afin d'émerger l'arrière ou du moins une portion de la partie submergée de la carène de derrière, il y perça, le plus bas possible, une ouverture d'un certain diamètre, et y cloua une manche en cuir dont le prolongement devait flotter par l'arrière à une grande distance; cela fait, il remit son bâtiment sur l'arrière dans son assiette ordinaire; et quand, après plusieurs jours, tout son monde fut exténué, qu'une fin prochaine parut inévitable, il lâcha sa manche en cuir, ainsi clouée, et que d'abord il tenait suspendue par réserve, comme la sauve-garde du gouvernail. Il la lâcha, força de voiles, et, comme il s'y attendait, dès que le niveau de l'eau de la cale eut atteint l'embouchure de la manche, elle s'écoula par elle.

Nous ne donnons cette expérience que comme une tradition, mais comme tradition méritant un essai qui, d'ailleurs avec un canot, serait infiniment peu coûteux.

du fontainier, s'appliquent également sur les conduites de gaz de vapeur et de liquides.

Parmi les innombrables formes de robinets qui ont été inventées depuis quelque temps, et dont on propose chaque jour de nouveaux modèles, les uns pour les liquides, les autres pour les gaz ou la vapeur, nous croyons devoir faire connaître une forme très-ingénieuse de cet appareil, inventée par M. O.-C. Phelps, de Boston, aux Etats-Unis, et qui se recommande par cette propriété, que c'est la pression même du liquide, du gaz ou de la vapeur qui tend sans cesse à rendre le robinet étanche.

Ce robinet, qu'on voit représenté en coupe dans la figure 295 *bis*, présente d'abord cela de particulier, qu'il a une forme conique dans une direction contraire à celle qu'on observe dans presque tous les robinets, généralement en usage; c'est-à-dire que la clef de ce robinet paraît disposée dans une situation renversée. En second lieu, le liquide, le gaz ou la vapeur arrivent dans la direction même de l'axe de figure de la clef, qu'on fait mouvoir à l'aide du levier A, fixé à l'extrémité de celle-ci. Le fluide entre par le gros bout de cette clef, qui est creuse, la traverse, et vient passer dans le boisseau ou le tuyau de décharge par une ouverture percée dans la paroi de la clef, qui a, par conséquent, besoin d'être tournée pour mettre cette ouverture en rapport avec la décharge, ou faire cesser cette communication. On pense que ce robinet est parfaitement propre au service des chaudières à haute pression comme robinet indicateur, et qu'il recevra beaucoup d'autres applications si l'usage ne fait pas reconnaître d'inconvénients graves.

Nous citerons encore comme exemple, une application du caoutchouc aux robinets, faite par M. H.-T. Trottier.

On a plus d'une fois déjà proposé l'emploi de tubes en caoutchouc pour remplacer les robinets, surtout ceux qui sont destinés à l'écoulement des liquides corrosifs. Il suffit, dans cette substitution, de serrer fortement le tube élastique, en l'aplatissant, pour intercepter le passage du liquide, et obtenir de la sorte l'effet d'un robinet ordinaire.

Ce principe, bon en lui-même, n'est cependant pas arrivé à une application pratique générale : les divers systèmes proposés à cet effet n'ayant pas jusqu'ici présenté les conditions désirables, quant à l'emploi facile, au bon établissement et à la durée des robinets en caoutchouc.

M. Trottier s'est occupé de perfectionner ces moyens d'application du caoutchouc aux robinets, et il a imaginé dans ce but diverses dispositions.

Une de ces dispositions consiste dans l'application d'une enveloppe métallique au tube de caoutchouc, à l'effet de protéger efficacement ce dernier. En outre, l'inventeur a imaginé divers mécanismes servant à comprimer le tube et empêcher le passage du liquide.

Ainsi, il fait usage d'une sorte de piston s'engageant latéralement dans l'enveloppe métallique, et d'un ressort à boudin, comprimant fortement le tube dans sa dite enveloppe. En soulevant, au moyen d'un levier à poignée, le piston, on permet au liquide de s'écouler jusqu'à ce que l'on abandonne le levier, et que le ressort, en pressant le piston, ferme de nouveau le tube.

Suivant une autre disposition, l'auteur commande ce piston au moyen d'une vis à filet allongé, ou bien encore par la simple pression à la main, en s'arrêtant par un joint à baïonnette.

Nous avons représenté dans les figures 296 à 298 quelques-unes des dispositions de robinets en caoutchouc imaginées par M. Trottier.

Ainsi, la figure 296 représente la coupe longitudinale d'un tube A en caoutchouc, enfermé dans une enveloppe C en fonte; une vis K surmontée d'un petit volant sert à comprimer le tube A, en faisant descendre une traverse mobile D' qui vient le serrer contre une pièce correspondante D.

Pour éviter de faire parcourir à la traverse mobile D', une distance égale au diamètre du tube, et par suite permettre de fermer le robinet plus rapidement, M. Trottier a imaginé de rendre la traverse D également mobile, et de la faire marcher à la rencontre de l'autre. De la sorte, chacune de ces pièces n'a que la moitié du trajet à parcourir, et le tube se trouve serré à son centre au lieu d'être repoussé tout d'un côté.

On peut obtenir ce résultat de diverses manières. La figure 297 fait voir, en coupe transversale, une disposition remplissant ce but. La vis K tournant, par une partie non filetée, dans la partie supérieure de l'enveloppe en fonte C, se visse dans une traverse E, reliée par deux tringles F, à la pièce D, le tout formant un cadre.

La vis en tournant fait monter ce cadre; et, pour faire en même temps descendre la traverse D', il suffit de percer, dans sa longueur, la vis K, d'y tailler un filet à gauche (mais du même pas) si la vis K est filetée à droite, et de munir la traverse D d'une vis à gauche *h*, se vissant dans la grosse vis. De la sorte, on rapproche ou on éloigne les traverses D et D'

par un mouvement simultané. Les colonnes F servent de guide à la traverse D' dans son mouvement.

La figure 298 représente une coupe verticale et transversale d'un système de fermeture produisant le même effet, en serrant le tube horizontalement, au lieu de le serrer par un mouvement vertical, comme dans le cas précédent.

Le tube en caoutchouc A est pincé par deux pièces D et D', montées sur des tiges ou guides F, articulées à des leviers *f*. Ces leviers, qui ont leur point fixe sur les oreilles c du boisseau, sont munis chacun, à leur extrémité supérieure, d'un écrou *g*. Ces écrous marchent sur une vis G, filetée d'un côté à droite, de l'autre à gauche, de telle sorte qu'en tournant le petit volant K, on fait marcher les deux écrous, et, par suite, les deux leviers en sens contraire, ce qui produit le rapprochement ou l'éloignement simultané (selon que l'on tourne dans un sens ou dans un autre) des deux pièces D D' qui se rencontrent vers le centre du tube de caoutchouc, interceptant ainsi le passage du liquide en très-peu de temps. Il suffit d'imprimer au volant K une certaine vitesse de rotation, et pour cela les écrous doivent marcher facilement sur la vis.

Soupapes et robinets en caoutchouc, servant à la fermeture des bornes-fontaines, pompes destinées à élever l'eau des puits, baignoires, etc., par M. Palluet.

Voici l'appareil que l'auteur propose pour les bornes-fontaines :

Fig. 438, plan de cet appareil.

Fig. 439, coupe longitudinale.

Fig. 440, l'appareil vu extérieurement dans le sens de sa longueur.

La boîte *a b* en fonte, fig. 440, est fixée au moyen d'un écrou *e* sur un dé en pierre, et attachée, à l'aide de deux clavettes *c*, *c'*, fig. 438, au tuyau *tt'*, noyé et fixé dans l'épaisseur du dé au moyen d'un ciment hydraulique. Ce tuyau s'emboîte dans le conduit destiné à amener l'eau dans la boîte *a b*.

Les deux clavettes, enfoncées avec force, servent à comprimer, entre la boîte et la rondelle qui termine le tuyau, une rondelle en cuir gras qui s'oppose aux pertes d'eau.

v est un petit trou de cône en cuivre soudé à la boîte qui sert à débiter l'eau. Son orifice varie de dimension à volonté, et on peut se réserver la possibilité de l'élargir à l'aide d'un alésoir, de façon à obtenir un plus ou moins grand débit d'eau dans un temps donné. On conçoit que, plus la pression est forte, moins on est obligé d'agrandir cet orifice.

Un appareil de ce genre, établi à Autun dans le courant de novembre 1851, débite, sous une pression de 30 mètres de hauteur d'eau, 30 litres d'eau par minute par un orifice *v* de 5 millimètres de diamètre. Les orifices *v* et *v'* sont : : 1 : 25; aussi, la plus légère pression en avant de l'orifice *v* fait équilibre à la colonne de 30 mètres et rend nul l'effet du coup de bélier.

rr' est une virole coupée dans un canon de fusil unie à une rondelle d'un moindre diamètre, de façon à établir un rebord intérieur, afin qu'un cercle en caoutchouc *n* compris entre un petit cylindre en bois entrant avec force dans la virole en fer s'y trouve fixé et comprimé; ce petit cylindre en bois est percé d'un trou au centre pour être fixé au levier *ikm*, qui porte une goupille *nn'*.

Comme on le voit, fig. 297, le caoutchouc sert à empêcher l'eau contenue dans le tube *tt'* de s'échapper.

Le levier *ikm* articule dans l'intérieur de la boîte sur l'axe projeté verticalement en *i*, fig. 298, et en *i' i*², fig. 438.

Cet axe qui n'est qu'un petit cylindre en cuivre qui traverse la boîte dans une partie de sa largeur, permet, pour empêcher l'eau de sortir, de fermer le trou *i*, fig. 440, au moyen d'une cheville en bois.

Le levier *km* passe à travers le couvercle de la boîte, qui n'est qu'une plaque en fonte portant sur un rebord garni d'un corps gras, et fixé au moyen de trois goupilles *g*, *g'*, *g*² qui traversent des oreilles réservées dans la boîte *a b*.

Lorsque l'orifice *v* donne passage à l'eau et que la boîte en fonte se remplit, pour empêcher une partie de cette eau de s'échapper par l'ouverture pratiquée dans le couvercle, on a placé un rectangle *ss'* en caoutchouc, traversé par le levier *km*, qui ferme hermétiquement l'ouverture.

Le levier *km* est traversé en *o*, fig. 439, par une cheville en fer à laquelle se fixent deux tiges *x*, fig. 438 et 440 reposant librement sur des encoches pratiquées dans une bandelette de fer *g* fixée à la muraille; ces tiges portent un plan incliné qui s'appuie sur les galets *f*, qui sont mis en mouvement au moyen du levier situé à l'extérieur de la borne.

L'axe de rotation de ce levier passe sous la boîte et porte sur deux fourches, servant de coussinets, scellées dans la pierre.

Sur les deux tiges parallèles *x*, fig. 438 on place une plaque en plomb que l'on peut, à volonté, avancer ou reculer, de manière à pouvoir faire équilibre à n'importe quelle pression exercée par l'eau sur le cercle en caoutchouc *n*, fig. 439.

Au moyen de cet appareil, qui coûte bien peu, comparativement aux robinets jusqu'à ce jour employés dans les bornes, et qui met fin aux graves inconvénients des coups de bélier, on peut sans crainte employer des conduites en terre cuite, au lieu de fonte de fer, dont le prix est très-élevé comparativement.

A la simple inspection du mécanisme, on voit que l'on peut à volonté obtenir un écoulement permanent ou intermittent, et, au besoin, rendre l'écoulement impossible.

La description qui précède suffit pour faire comprendre comment on peut obtenir l'écoulement intermittent.

Si entre les tiges x et la boîte $a\,b$, fig. 440, on place un coin qui élève ces tiges, l'orifice v, fig. 439, reste constamment ouvert et l'eau coule.

Dans le cas où l'on veut interrompre complètement l'écoulement, il suffit de faire passer les plans inclinés des tiges x à côté des galets fixés au levier.

Pour bien comprendre l'emploi du caoutchouc dans les soupapes, il suffit d'en présenter la coupe, fig. 441.

$a\,b$, $c\,d$ sont deux plaques en cuivre comprimant une rondelle $i\,k$ en caoutchouc; cette rondelle porte sur un rebord tranchant qui, en s'imprimant dans le caoutchouc, ne permet plus à l'eau élevée au-dessous de la plaque $a\,b$ de redescendre.

On conçoit, et du reste le fait est acquis par l'expérience, que rien ne peut s'interposer entre la rondelle en caoutchouc $i\,k$ et le tranchant $m\,n$, tandis que dans les soupapes en cuivre dont on fait usage, aussi parfait que soit le rodage, un atome suffit pour empêcher l'eau élevée au-dessus de la plaque $a\,b$ de s'y maintenir.

Soudure. Dans la fabrication des différentes pièces qui entrent dans le mécanisme des pompes, on est souvent dans le cas d'employer les soudures.

Elles sont de plusieurs espèces : les soudures au cuivre rouge, au laiton; la soudure forte au tiers ; la soudure forte au quart; l'argent, la soudure à l'argent et l'étain, sont celles dont on se sert le plus souvent dans les arts. Elles sont fusibles à divers degrés de température, et cette propriété devient utile quand une pièce doit supporter plusieurs soudures successives. Dans ce cas, pour la première soudure, et par conséquent pour le premier coup de feu, on emploie celle qui n'est pas susceptible de fondre aux coups de feu suivants.

Voici une table qui indique l'ordre de fusibilité des soudures les unes relativement aux autres.

Soudures.	Noms des métaux qui peuvent se souder avec elles sans se fondre.
Cuivre rouge.	Fer.
Cuivre jaune ou laiton. . .	Fer, cuivre rouge.
Soudure forte au tiers. . .	Fer, cuivre rouge, laiton.
Soudure forte au quart. . .	Fer, cuivre rouge, laiton, soudures fortes au tiers.
Argent.	Cuivre rouge, laiton, soudures fortes au tiers, au quart, or.
Soudures à l'argent. . . .	Cuivre rouge, et toutes les autres, plus l'or et l'argent.
Étain.	Cuivre, etc., etc.

Soudure des plombiers. Une partie d'étain, deux de plomb.

Le fer se soude avec lui-même à la température de 7220° centigrades.

Plusieurs matières servent avec avantage pour hâter la fusion des soudures, et faciliter leur adhérence avec les métaux qu'on doit souder ensemble. L'ammoniaque sert pour le fer, le borax mis en poudre et en pâte pour toutes les autres soudures, l'étain et la résine pour l'étain.

Ce dernier métal, lorsqu'il se trouve en contact avec les autres soudures, jouit de la propriété nuisible de s'opposer à leur fusion et à leur adhérence avec les parties qu'on veut joindre ; les vapeurs mêmes qui s'élèvent des parcelles de ce métal, répandues dans le foyer, contrarient également leur fusion, et les empêchent de couler à propos.

On facilite la soudure du fer avec lui-même, au moyen du sable ou du verre pilé, dont on le saupoudre pendant son incandescence.

Pour supporter la soudure, les métaux veulent être décapés avant de recevoir le feu.

Soufflures. Défauts du métal fondu, qui sont dus à des parcelles d'eau ou d'air, ou à des corps étrangers contenus dans le métal en fusion, ou dans les meules. Ces parcelles d'eau ou d'air, lorsqu'elles sont en contact avec le métal en fusion, se dilatent considérablement, produisent des évènements fâcheux, ou des chambres qui entraînent souvent le rebut de la pièce.

Soupapes. On les fabrique de différentes manières; elles sont quelquefois plates, convexes ou concaves, ou tout-à-fait sphériques, comme dans le bélier hydraulique. Leur forme peut varier de mille manières différentes, suivant les ouver-

tures qu'elles sont destinées à boucher, et suivant les tubes ou les pièces qui les contiennent.

Trempe. Le bon fer, par l'opération de la cémentation, qui consiste à le pénétrer de carbone, devient acier; mais, sans la trempe, ses qualités ne seraient pas supérieures à celles du fer.

Ce procédé consiste à chauffer l'acier jusqu'au rouge, et à le plonger ensuite dans l'eau froide ou dans un liquide quelconque convenablement froid.

La plupart des ingrédients qu'on ajoute à l'eau de la trempe, et dont les ouvriers font ordinairement un mystère, s'ils n'ont pas pour but de donner à l'eau un degré de température plus bas, sont au moins inutiles.

La difficulté consiste à bien connaitre le degré de recuit qui convient à tel ou tel objet, à bien égaliser la chauffe sur toute l'étendue de la pièce. (Voyez *Recuit.*)

Enfin, il convient, relativement à la trempe, de ne pas dépasser le rouge-cerise, même de ne pas laisser la pièce exposée à cette chaleur pendant longtemps, parce qu'alors le carbone s'évapore, et l'acier reprend ses premières qualités de fer.

La trempe à paquet des armuriers consiste à exposer au feu, dans de petites boîtes en tôle, pleines de poussier de charbon, les pièces qu'ils veulent tremper ensuite. Après une heure ou deux de chauffe, la surface des pièces s'est un peu imprégnée de carbone, et en les trempant ensuite dans l'eau froide, elles acquièrent, à leur surface seule, les qualités de l'acier. C'est un diminutif de l'opération de la cémentation; mais les surfaces une fois dégradées, le fer intérieur se découvre et les pièces s'usent promptement.

Tube de pitot. Tube qui sert à mesurer l'intensité d'un courant; il se compose d'un tube courbé à angle droit, et dont les deux extrémités sont débouchées. Un des tubes et son ouverture sont exposés à l'action du courant, tandis que le liquide s'élève dans l'autre d'une quantité proportionnée à sa vitesse.

Veine contractée. Effet que supporte un filet d'eau en passant par un ajutage horizontal et cylindrique.

Volant. On adapte souvent des volants aux pompes rectilignes et circulaires.

On appelle volant, une roue en fer, pesante, plus ou moins grande, destinée à continuer aux machines la force motrice pendant les moments où cette force cesse d'agir sur elles. Ces moments correspondent à la direction en ligne droite des

leviers droits et coudés, ou encore à la direction diamétralement inverse.

Mais il ne faut pas confondre les propriétés du volant avec celles que lui attribuent quelques ouvriers qui l'appliquent très-souvent à tort; le volant ne doit être considéré que comme un réservoir de force vive, qui en transmet à la machine dans les moments d'inertie, qui les égalise dans d'autres cas; mais il ne saurait engendrer une puissance qu'il n'a pas reçue, et que le frottement de tous les points de sa superficie dans l'air ambiant, de ses tourillons relatifs à sa masse, tendrait incessamment à détruire.

Pour obtenir beaucoup d'effet de l'emploi du volant, il est reconnu qu'il vaut mieux augmenter sa vitesse que sa masse, parce que cette augmentation de vitesse, loin de rendre les frottements des tourillons plus grands, tend au contraire à les diminuer, surtout si on a la bonne précaution de les maintenir lubréfiés.

Relativement aux machines à vapeur, la vitesse qu'on veut appliquer au volant étant connue, voici la règle qu'on suit ordinairement pour trouver le poids qu'il convient de leur affecter : « Multipliez le nombre de chevaux que représente la machine par le nombre constant 2000, et divisez le produit par le carré de la distance, en centimètres, parcourue par un point de la circonférence en une seconde, le quotient sera le nombre de quintaux métriques que doit avoir le volant. »

Si on voulait connaître, par exemple, le poids et la circonférence d'un volant applicable à une machine de 15 chevaux, voulant donner à ce volant un diamètre de 4 mètres, et lui faire décrire 36 révolutions par minute.

Pour trouver la circonférence, on fera cette proportion :

$$7 : 22 :: 12 : x = \frac{22 + 12}{7} = 38$$

La circonférence sera de $12^m.35$ relativement au poids.

Ces $12^m.35$, multipliés par le nombre de révolutions en une minute, c'est-à-dire 36, nous donneront 1338; divisant par 60, nous aurons le chemin parcouru en une seconde, ou 22 P,8, dont le carré est 519,84.

Maintenant, en multipliant 2000 par le nombre de chevaux 15, nous aurons 30,000 à diviser par 520, ce qui nous donnera le nombre de quintaux, ou 57 quintaux $^7/_{10}$; et comme on connaît toujours la puissance qu'il est nécessaire d'employer pour élever l'eau à une hauteur déterminée,

que cette puissance peut se comparer avec la force des chevaux, notre règle pourra servir à déterminer les dimensions et le poids qu'il convient de donner au volant.

Mais les ouvriers doivent bien se pénétrer que l'emploi du volant devient défectueux quand l'égalité de puissance motrice n'est pas nécessaire à leurs travaux; que, dans ce cas, le mouvement alternatif peut s'appliquer immédiatement à la résistance à vaincre ; mais que, s'ils ont besoin d'un mouvement rectiligne et régulier, ils ne sauraient l'obtenir autrement que par l'usage du volant ; alors la puissance du piston s'appliquera d'abord au volant, par le procédé que nous avons indiqué, ou par tout autre qu'ils trouveront plus simple, et ensuite ils reproduiront le mouvement rectiligne, qui alors sera devenu régulier. Pour le mouvement circulaire et régulier, l'arbre du volant le fournit immédiatement.

TROISIÈME PARTIE.

DE L'ART DU PLOMBIER.

CHAPITRE PREMIER.

Du Plomb, du Zinc et de leurs Propriétés.

§ 1. DU PLOMB.

Le plomb est rangé dans la quatrième section de la classification des métaux de M. Thénard, suivant son affinité pour l'oxygène; c'est un métal solide, blanc-bleuâtre, brillant; frotté entre les mains, il leur communique une odeur sensible. C'est l'un des métaux les plus mous; aussi est-il sans sonorité, et est-il rayé par presque tous les corps, même par l'ongle; on peut aussi s'en servir pour tracer des caractères sur le papier. Très-malléable, il s'étend plus facilement en lames qu'il ne se tire en fils. Sa ténacité est peu considérable, sa densité de 11,352. On ne l'a point encore obtenu en cristaux bien réguliers.

Après le mercure, le potassium, le sodium, l'étain et le bismuth, c'est le métal le plus fusible; sa fusion a lieu vers le 260° de chaleur; il n'est pas sensiblement volatil (1).

Son action, à la température ordinaire, est nulle sur le gaz oxygène et sur l'air sec; elle est même très-lente alors sur ces deux gaz humides; il devient terne dans son contact avec le premier, et la surface se recouvre peu à peu d'une très-légère couche d'oxyde; dans son contact avec le second, l'oxyde qui se forme, passe insensiblement à l'état de carbonate, si toutefois l'air peut se renouveler. Il agit beaucoup plus fortement sur l'un et sur l'autre à l'aide de la chaleur; dès qu'il est fondu, l'oxydation se manifeste: mettez du plomb dans un têt, placez celui-ci sur un cylindre de terre dans un fourneau, chauffez-le peu à peu jusqu'au rouge obscur: rassemblez de temps en temps sur les bords de l'oxyde qui se

(1) On trouvera dans le *Manuel de Chimie*, qui fait partie de l'*Encyclopédie-Roret*, l'explication des différents termes chimiques employés ci-dessus.

formera de toutes parts à la surface du bain, et dans l'espace de quelques heures vous parviendrez facilement à oxyder une trentaine de grammes de plomb ; l'oxyde sera jaune ; calciné de nouveau, il pourra absorber une nouvelle quantité d'oxygène et devenir rouge : c'est même de cette manière que l'on prépare tout le minium, ou oxyde rouge de plomb, que les arts consomment.

Il s'unit facilement au phosphore, au soufre, au sélénium, au chlore, à l'iode et à la plupart des métaux ; mais, jusqu'à présent, il n'a point été possible de le combiner avec l'hydrogène, le bore, le carbone et l'azote. (THÉNARD, *Chimie*.)

§ 2. DU ZINC.

Le zinc est un métal blanc-bleuâtre, et quand sa cassure est récente il présente une surface très-brillante et cristalline. A la température ordinaire, c'est un métal un peu cassant, mais quand on le chauffe de 100° à 150° C., il devient ductile et malléable. Quand la chaleur augmente jusque vers 225°, il redevient cassant et peut être aisément pulvérisé dans un mortier de fer. Le zinc entre en fusion vers 400° C. et quand il est refroidi lentement, il présente une texture lamellaire et cristalline. Le zinc du commerce n'est jamais pur, mais souillé de plomb, de cadmium, de fer et de cuivre.

Le zinc exposé à l'air sec, à la température ordinaire, éprouve peu de changement, mais dans une atmosphère humide il se ternit et se couvre d'une couche d'oxyde grisâtre. Chauffé au contact de l'air, à une température supérieure à son point de fusion, il prend feu, et brûle avec une flamme blanche très-vive. Le produit est de l'oxyde blanc de zinc qui sert aujourd'hui à remplacer en partie le carbonate de plomb.

Nous ne dirons rien des autres propriétés chimiques du zinc qu'on trouve exposées dans les ouvrages de chimie. Nous rappellerons seulement qu'on extrait surtout le zinc de son sulfure, qu'on appelle blende, et de son carbonate qu'on connaît sous le nom de calamine.

Le zinc se trouve dans le commerce presque uniquement sous la forme de feuilles, et c'est sous cette forme qu'il reçoit ses plus nombreuses applications aux constructions de toute espèce.

Celui de première qualité peut s'employer, aussi bien que le plomb, pour faire des cheneaux de gouttière, des tuyaux de tout calibre, des cuvettes, des réservoirs pour les fontaines. Il a sur le plomb l'avantage de la légèreté, avantage très-

grand, surtout quand il s'agit de couvertures; mais il travaille constamment, ce qui le rend peu propre à faire des gouttières ou des conduits d'eau sous terre ou maçonnerie; les fontainiers et plombiers doivent toujours préférer le plomb pour ces travaux, car si un chenal demi-rond est exposé à l'action du soleil, il s'aplatit; s'il est à l'ombre, il pourrit en assez peu de temps, et de plus il est assez cassant pour qu'on ait vu sur des édifices le poids d'une échelle passer au travers des gouttières.

Il ne se soude ni comme le plomb, ni comme le fer-blanc. Il faut, pour que la soudure prenne bien, que le zinc ait été bien gratté et saturé d'un fondant indiqué plus loin.

Ce métal, en raison de sa légèreté et de son poli, est très-propre à faire les ouvrages extérieurs dépendant des fontaines, des vases, des statues mêmes.

Il s'allie parfaitement au cuivre, à l'étain, à la fonte, au plomb; difficilement au fer, quoi qu'en aient dit plusieurs chimistes.

Voici dans quelles proportions se font ces alliages :

Zinc 90 parties, cuivre 8, fonte 1, plomb 1.
Zinc 91 parties, cuivre 8, plomb 1.

Ces proportions peuvent être légèrement modifiées, pourvu qu'elles ne rendent pas les alliages trop cassants ou trop mous; par exemple, la proportion du cuivre peut varier de 1 à 12 pour cent; celle de la fonte de 0,25 à 2 pour cent : celle du plomb de 1 à 20; mais la présence d'un troisième métal est nécessaire pour produire une combinaison convenable entre le zinc et le plomb. Ces alliages peuvent remplacer le fer, le plomb, l'étain, le cuivre, pour la fabrication des tubes et des tuyaux.

§ 3. PRÉPARATION DU PLOMB.

La matière dont on retire principalement le plomb, est la *galène*; c'est un *proto-sulfure de plomb*.

La galène est brillante, solide, cassante; elle se présente ordinairement sous l'aspect de petits tubes réguliers, lamellaires, faciles à diviser. Elle se fond moins vite que le plomb, et souvent contient une certaine quantité de sulfure d'argent (1).

On retire le plomb de la galène par l'opération du gril-

(1) Les mines de galène de Carthagène (Espagne) fournissent assez d'argent pour couvrir les frais d'extraction et de grillage.

lage ; ce qui peut se faire de plusieurs manières ; mais avant d'opérer sur le minerai, on a la précaution de le bien séparer des corps étrangers, et de son enveloppe ou gangue, par le triage et le lavage.

Pour traiter la galène, on commence d'abord par la griller pour en chasser le soufre, et ensuite on lui fait subir une seconde opération pour en séparer le plomb, laquelle consiste, quand le minerai contient d'autres métaux qu'on ne veut pas perdre, à griller la galène brisée en petits morceaux, en la mêlant avec le combustible, de manière à en former un tas, et de manière aussi que la flamme ou le feu trouve quelques issues au travers des morceaux entassés. Cette opération se pratique dans un espace entouré de petits murs construits en pierre ou briques réfractaires. Il y a des minerais assez purs pour ne point exiger le grillage ; il en est d'autres, au contraire, qui demandent à être grillés plusieurs fois ; ce sont ceux qui contiennent beaucoup de soufre, ou encore de l'arsenic.

Lorsque les minerais de plomb ont été ainsi préparés, on les porte au fourneau de fusion. Ce fourneau est plus étroit que ceux qui servent à la fusion des minerais de cuivre ; on le dispose à l'ordinaire en le garnissant d'une brasque, c'est-à-dire d'un enduit de terre et de charbon pilé. Il est essentiel que ce fourneau soit construit de pierres solides et réfractaires, parce que le plomb vitrifie aisément toutes les pierres. On échauffe pendant quelques heures le fourneau avec du charbon pour achever de sécher l'enduit dont il a été revêtu intérieurement. On arrange la tuyère de manière qu'elle dirige le vent des soufflets horizontalement.

Les choses ainsi disposées, on commence par charger le fourneau avec du charbon, ensuite on met alternativement des couches de minerai et de charbon ; on y joint aussi des scories fraîches des dernières opérations, de la litharge (protoxyde de plomb), de la chaux de plomb, et les résidus des fusions précédentes.

Quand le fourneau est rempli, on allume le feu, et on soutient la fonte pendant neuf heures la première fois, et pendant six heures pour les fontes subséquentes ; au bout de ce temps on laisse couler la matière fondue, par l'œil du fourneau, c'est-à-dire par une ouverture qui est au bas de sa partie inférieure, et que l'on a tenue bouchée avec de la terre glaise pendant la fonte ; cette matière fondue, qu'on appelle *matte de plomb*, est reçue dans le bassin concave qui est au pied du fourneau. C'est un mélange de plomb, de soufre, d'arsenic, etc. ; en un mot, de toutes les substances

contenues dans le minerai qui a été fondu, et que le grillage n'a point dû entièrement débarrasser; on prend une portion de cette matte pour en faire l'essai en petit, afin de s'assurer de ce qu'elle contient.

On donne alors de l'inclinaison à la tuyère qui dirige le vent du soufflet; on joint à ces mattes grillées, de nouvelles scories, du minerai de plomb grillé, de la litharge et des crasses, et on procède à une nouvelle fonte en faisant des couches alternatives de différentes matières avec du charbon : on laisse fondre le tout pendant quinze heures la première fois, et pendant huit heures seulement pour les fontes suivantes. Au bout de ce temps on laisse couler le plomb fondu dans le bassin qui est au bas du fourneau; on referme l'œil ou le tron aussitôt qu'on s'aperçoit qu'il se forme de la matte ou du laitier au-dessus du plomb qui a coulé; on enlève cette substance avec un crochet de fer, après quoi l'on verse le plomb fondu, qui est chargé d'argent, et que l'on nomme *plomb d'œuvre*, dans des bassines de fer enduites d'un mélange de glaise et de charbon. Alors l'essayeur prend des échantillons de ce plomb d'œuvre pour en faire l'essai et pour savoir combien il contient d'argent.

Pour enrichir encore ce plomb d'œuvre, on le remet de nouveau en fonte dans un fourneau à manche; on y joint des mattes de plomb, des scories encore chargées du métal et des scories vitrifiées ou du laitier, de la litharge, etc., et on fait fondre ce mélange de la manière qui a été décrite en dernier lieu.

Lorsque le plomb est suffisamment enrichi, c'est-à-dire, chargé d'argent, on le sépare au fourneau de grande coupelle, où l'on réduit le plomb en litharge; l'argent reste pur et dégagé de toutes substances étrangères.

Comme par cette opération le plomb a perdu la forme métallique, on est obligé de le faire fondre de nouveau par les charbons, dans le fourneau de fusion; par ce moyen, la litharge (protoxyde de plomb) qui s'était faite dans l'opération de la grande coupelle, se réduit en plomb; mais comme ce métal n'est pas parfaitement pur, vu qu'il est chargé des substances métalliques qui étaient jointes à l'argent qui a coupellé, on le refond de nouveau.

Cette fonte se fait à l'air libre, dans un foyer entouré de murs peu élevés; on y forme des lits de fagots ou de charbon de bois, et l'on y jette le plomb, qui ne tarde pas à se fondre et à couler dans le bassin destiné à le recevoir; c'est dans ce bassin qu'on le puise avec des cuillers en fer

pour le verser dans des moules, et lui donner la forme des saumons qui circulent dans le commerce.

La facilité avec laquelle le feu dissipe ce métal, est cause qu'il éprouve du déchet dans chaque opération par laquelle il passe. Cette perte est inévitable, mais c'est à l'intelligence du métallurgiste à faire en sorte qu'elle soit la moindre possible.

Lorsque le minerai de plomb se trouve joint avec du minerai de cuivre assez riche en métal pour qu'on veuille le retirer, le plomb uni avec l'argent se séparera du cuivre par la liquation. Si la mine de cuivre ne contenait point de plomb par elle-même, on serait obligé de lui en joindre, afin qu'il se chargeât de l'argent qui pourrait y être contenu.

Cette opération (liquation), comme on sait, repose sur les qualités de fusibilité que possède chaque métal en particulier, qualités qui l'obligent à fondre avant celui avec lequel il est allié, et par conséquent à s'en séparer.

On traite encore la galène d'une autre manière, en la plaçant dans un fourneau à réverbère, et en conduisant le feu d'abord lentement, et en ne commençant à remuer et mélanger la masse que quelque temps après, quand le feu prend de l'activité.

Mais le sulfure de plomb ou la galène, ayant la propriété de se décomposer par le moyen du fer, et d'une température suffisamment élevée, on a eu aussi l'idée de profiter de cette propriété pour en obtenir un moyen d'extraction.

On place alors la galène dans un fourneau à manche, si on opère en grand ; dans un creuset si on opère en petit, et on mêle avec elle du fer en grenailles à peu près le tiers ou le quart du poids numéraire sur lequel on opère.

Le plomb que l'on obtient ainsi, et qui contient presque toujours plus ou moins d'argent, s'appelle, ainsi que nous l'avons déjà dit, *plomb d'œuvre*. Pour le séparer de l'argent on le passe à la coupelle.

Les coupelles sont des vases d'une forme indéterminée, que l'on fabrique avec des os calcinés jusqu'au blanc, réduits en poudre et ensuite en pâte.

On place le plomb mêlé d'argent dans cette coupelle, et on le soumet ensuite au feu d'un fourneau convenablement disposé pour cette opération, c'est-à-dire, de manière que la tuyère du soufflet soit dirigée au-dessus du bain, afin que le vent puisse enlever inopinément la petite pellicule d'oxyde qui se forme au-dessus du métal. D'un côté, cette pellicule et la litharge sont chassées et recueillies dans un espace ménagé à dessein ; d'un autre côté, le plomb fondu se fait issue

par les pores de la coupelle, s'écoule dans un canal disposé à cet effet, tandis que l'argent seul reste en dedans de cette même coupelle.

L'argent fondu se retire de la coupelle au moyen de longues verges froides en fer (ringards) qu'on y plonge; l'argent s'y attache par couches plus ou moins épaisses ; on le sort, on le plonge dans l'eau, et on recommence ensuite de la même manière, après l'avoir enlevé du bout de la tige du ringard.

Le plomb se fond à 260° du thermomètre centigrade; étant en fusion, il se calcine ou s'oxyde facilement, et, dans cet état, l'oxyde se présente à l'œil sous la forme d'une pellicule qui se reproduit dès qu'elle est enlevée : gris d'abord, si on l'expose à un feu plus violent, il devient d'un beau jaune, et forme ainsi la base de la couleur que les peintres appellent *massicot* (deutoxyde de plomb). Allié encore avec une plus grande quantité d'oxygène, c'est-à-dire, calciné encore davantage, et cela au moyen d'un feu de réverbère, il devient d'un rouge très-vif, tirant un peu sur le jaune, c'est ce qu'on appelle le *minium* ou *vermillon* (protoxyde de plomb).

Quand le plomb a été mis à l'état d'oxyde, on peut lui rendre sa forme métallique en lui joignant une matière inflammable, telle que la poudre de charbon, de la limaille de fer, du suif, de la résine, etc.

Le plomb s'oxyde à l'air; il y perd son éclat et se détruit peu à peu. La même chose lui arrive dans l'eau.

Il se dissout également dans le vinaigre; et des lames de plomb exposées aux vapeurs de cet acide donnent lieu à la formation de la céruse ou blanc de plomb.

§ 4. DE L'EMPLOI DU PLOMB.

Le plomb est non-seulement d'une grande utilité dans quelques préparations chimiques, mais il peut être encore employé avec plus ou moins d'avantages dans une multitude de circonstances, soit pour l'affinage de divers métaux, comme le cuivre, l'argent et l'or, soit pour former des figures, des statues, des ornements d'architecture, des tuyaux de conduite pour les eaux souterraines ou provenant des combles; couvrir les toits, les terrasses; garnir les bassins, les réservoirs; former des cuvettes servant d'entonnoirs aux tuyaux de descente pour l'écoulement des eaux intérieures des maisons particulières : des cheneaux et des gouttières qui reçoivent et rejettent loin des murs celles produites par les pluies et les neiges; garnir les endroits où ce liquide séjourne facilement, comme sur les noues et autres intersec-

tions du même genre, et surtout dans les combles couverts en ardoises ou en tuiles ; former des recouvrements d'auvents de croisées de boutique ; des bavettes ou bordures d'appuis de lucarne ; faire des scellements ; enfin, pour divers ouvrages concernant la vitrerie, la balancerie, la chaudronnerie, la poterie, ainsi que pour la guerre, la chasse, etc.

L'art du plombier consiste donc à travailler et à façonner le plomb, pour en obtenir les divers objets qu'il est susceptible de former, et pour en faire des applications selon les circonstances.

Cet art se divise en trois parties : la première comprend la fonte du plomb ; la seconde, la manière de le couler ; la troisième, celle de le souder.

§ 5. DES FOURNEAUX ET DES CHAUDIÈRES EMPLOYÉS A LA FONTE DU PLOMB.

Les fourneaux se construisent en briques réfractaires et en mortier de terre grasse, capables de supporter une assez forte chaleur sans se détériorer sensiblement. On donne ordinairement à ces fourneaux une forme ronde, comme à la chaudière destinée à contenir le métal à mettre en fusion ; et pour en consolider le revêtement, qui peut avoir 217 à 271 millimètres d'épaisseur, on le garnit, tant en dedans qu'en dehors, de cercles de fer dont l'objet principal est d'opposer une résistance à l'action du feu, qui a la propriété de dilater sensiblement la maçonnerie, et, conséquemment, de la désunir.

La bouche du fourneau doit être de niveau avec le sol de l'usine : elle sert à introduire le bois dans le foyer ou la chauffe, et donne aussi entrée à l'air qui doit alimenter la combustion. On peut lui donner depuis 325 millimètres jusqu'à 487 millimètres en hauteur et en largeur, selon l'importance du fourneau.

Dans l'intérieur du foyer, et à 650 millimètres du sol, on fixe, dans la maçonnerie, des barreaux pour supporter la chaudière, afin de prévenir la poussée que le poids du métal pourrait exercer contre les parois latérales, et pour que la flamme du foyer puisse s'élever et circuler librement tout autour ; mais elle doit être scellée dans la maçonnerie du fourneau, à sa partie supérieure, pour forcer la fumée à s'échapper par la cheminée.

Les dimensions générales de ces sortes de fourneaux varient depuis 1 mètre de hauteur, jusqu'à 2 mètres, et cela à

raison des circonstances. Nous aurons occasion de les faire connaître par la suite.

Leur emplacement dans les usines dépend aussi des besoins et des localités : on les place quelquefois au milieu de l'atelier ou à peu de distance des murs; quelquefois aussi, on les y adosse complètement : dans les deux premiers cas, on établit, au-dessus, une hotte en forme de cône pour donner issue à la fumée, dont on détermine la direction au moyen d'un tuyau en fer implanté dans le fourneau et dirigé dans l'axe de la hotte. On peut aussi faire usage de deux tuyaux; on leur donne ordinairement 108 à 189 millimètres de diamètre.

Dans le second cas, la cheminée est adossée, comme à l'ordinaire, contre le mur.

Quant aux chaudières, elles doivent être en fer fondu, et proportionnées à la quantité de métal en fusion qu'il est nécessaire d'avoir pour couler une masse de plomb d'une dimension donnée. Mais comme le plomb en fusion occupe moins de place que celui qui est froid, parce qu'il contient alors moins d'aspérités, et qu'il ne reste aucun vide entre les morceaux, on devra avoir égard à cette observation, et en tenir compte pour ne pas donner à la chaudière une dimension plus grande qu'il n'est nécessaire.

Des ustensiles employés à la fonte du plomb.

Les ustensiles nécessaires à la fonte du plomb, sont : un arrosoir, un labour, une batte, un râble, une plane, une truelle, une écumoire, plusieurs cuillers, une serpette et un levier.

Comme nous aurons souvent occasion de parler de ces instruments, au fur et à mesure que nous décrirons les diverses opérations relatives à la fonte du plomb, et que nous les rappellerons d'ailleurs dans le vocabulaire qui fera suite à ce Manuel, nous n'entrerons ici dans aucun détail en ce qui les concerne.

De la fonte du plomb.

Cette opération consiste simplement à mettre le métal dans un vaisseau quelconque, et à le présenter ensuite au feu jusqu'à ce qu'il devienne liquide; mais quand on opère sur des quantités un peu notables, on emploie des chaudières et des fourneaux semblables à ceux dont nous avons parlé plus haut, et dont les capacités et les dimensions varient suivant l'importance des ateliers ou des usines.

Cependant, pour bien fondre toutes sortes de plomb et

rendre ce métal propre à être employé dans les arts, il ne suffit pas précisément de le jeter dans un vase pour le mettre en fusion et le couler de suite, il faut aussi apporter à sa préparation quelques soins particuliers, qui consistent principalement à le bien *écumer*, lorsqu'il est fondu, pour le purifier; à savoir le *revivifier* lorsqu'il est décomposé ou oxydé; enfin, à observer qu'il ne contienne aucune humidité dans ses pores avant d'être jeté dans la chaudière, surtout lorsqu'il s'agit de mettre du plomb vieux dans du plomb en fusion. Nous verrons ci-après ce qui motive ces diverses opérations.

Lorsque l'on fait fondre du plomb en saumon dans la chaudière, on l'y place indifféremment; mais lorsqu'on a du vieux plomb, on doit commencer par y mettre les plus petits morceaux, parce qu'ils s'y disposent mieux que les gros et qu'ils se fondent plus facilement, ce qui provoque en même temps la fusion des autres.

Pour accélérer l'opération, on peut établir un second foyer sur la chaudière même, avec des bûches enflammées, et recouvrir, en outre, celles-ci avec plusieurs saumons de plomb ou autres morceaux vieux.

Lorsque le plomb est fondu, on cesse d'entretenir le feu supérieur, mais on le laisse se consumer de lui-même. Les charbons qui résultent de cette combustion, tombent alors dans la chaudière, mais loin d'être préjudiciables à la fonte et à la bonne qualité du plomb, ils accélèrent l'une, et rendent l'autre infiniment supérieure. Ce dernier effet tient à ce que le charbon incandescent a la propriété de purifier ce métal et de le *revivifier*, c'est-à-dire, de lui rendre toute la fluidité dont il est susceptible. On peut même en prendre à pleines pellerées dans le foyer, et le jeter sur le plomb, tant que durera la fonte : ils s'y consommeront complètement; mais, pour purifier le métal, on enlèvera immédiatement après, au moyen d'une écumoire, les cendrées qui en proviennent, et, en même temps, les *crasses* qui surnagent toujours à la surface du plomb fondu.

Le sable non terreux est également très-propre à revivifier le plomb; pour l'employer, il suffit de le jeter dans la chaudière, et il ne tarde pas à entrer en incandescence; mais, lorsqu'il est vitrifié, il s'attache aux parois de la chaudière; alors, on doit l'enlever avant de couler le métal.

Pour purifier le plomb, on se servait aussi autrefois de graisse ou de résine, et quelques personnes prétendent même que le métal devient plus doux et plus coulant lorsqu'on en fait usage; mais ces auxiliaires ont l'inconvénient

de produire une odeur désagréable durant l'opération de la fonte, ce qui fait que les plombiers ne les emploient jamais.

Avant de mettre le plomb dans la chaudière, il faut avoir soin d'examiner s'il est bien sec, car s'il se trouvait de l'eau introduite dans les aspérités nombreuses qu'on observe, surtout dans le vieux plomb, elle se réduirait bientôt en vapeur et pourrait occasionner des explosions dangereuses pour les ouvriers; car on sait que l'eau réduite en vapeur produit des effets comparables et même supérieurs à ceux qu'on obtient par la poudre à canon.

Lorsqu'on fait fondre du vieux plomb, il faut y ajouter une quantité égale de plomb neuf pour rendre le premier plus doux et moins cassant.

Il faut surtout éviter, dans la fonte, de mélanger l'étain au plomb, parce que ce dernier deviendrait alors aigre, cassant et de mauvaise qualité.

Il faut aussi avoir la précaution de distraire des vieux plombs tout ce qui s'y trouve de mélangé en régule ou tout autre demi-métal; car, sans cette précaution, il serait impossible de couler avec précision.

Les cendrées, qui sont un mélange de plomb et de charbon, provenant de l'écumage de la matière en fusion, se conservent pour être lavées et soumises, ensuite, à l'action d'une forte chaleur dans un fourneau à réverbère. On en extrait ainsi le plomb, qui peut encore être employé. Ces cendrées se vendent aux *raffineurs*. A Paris, elles valent 25 à 30 francs les 100 kilogrammes.

C'est aussi des cendrées qu'on extrait la litharge (protoxyde de plomb).

Le bois de chêne écorcé est celui que l'on doit préférer pour fondre le plomb, parce qu'il produit une flamme vive et qu'il s'allume promptement,

Avec cinq stères de bois, on peut en fondre jusqu'à 30,000 pesant, en dix-huit heures de temps. Mais, à cet égard, il serait fort difficile d'indiquer des résultats très-positifs, attendu qu'ils dépendent toujours de la qualité du bois, des dimensions de la chaudière et de la plus ou moins bonne disposition du fourneau et de la cheminée.

Le temps humide est celui qu'on doit préférer pour couler le plomb, parce qu'il est alors plus doux que lorsqu'on le coule par un temps sec.

Lorsqu'on a besoin de le conserver longtemps en fusion, ou qu'il est nécessaire de le transporter d'un lieu dans un autre, on renferme le vase qui le contient, dans un autre un peu plus grand. (Ce second vase s'appelle *pollastre*.) On

place du combustible (charbon) entre lui et le vaisseau qui contient le métal, et cette disposition, favorable à la concentration du calorique et à l'économie du combustible, s'oppose au refroidissement de la matière.

§ 6. DU PLOMB COULÉ.

Le plomb se coule de deux manières : en table ou en nappe, et en moule.

Le plomb en table sert pour garnir l'intérieur des bassins, les réservoirs, les bains, couvrir les combles des bâtiments, etc.

Le plomb moulé se coule dans des moules préparés, soit pour faire des tuyaux, soit pour des ornements, etc.

Des différentes manières de couler le plomb en table ou en nappe.

Le plomb en table ou en nappe se coule de trois manières différentes : 1° sur sable ; 2° sur pierre ; 3° sur toile.

On emploie la première manière lorsque l'on veut obtenir des tables de plomb d'une forte épaisseur. La seconde, pour les épaisseurs moyennes, et la troisième, pour les feuilles très-minces.

Du plomb en table ou en nappe, coulé sur le sable.

Pour couler le plomb sur le sable, on se sert d'une table qu'on appelle *moule de table*, et dont les dimensions peuvent varier depuis 2m.60 jusqu'à 4m.35 en longueur, et depuis 1m.30 jusqu'à 1m.95 en largeur. On lui donne ordinairement 650 à 975 millimètres de hauteur. Elle est faite en madriers de bois de chêne de 34 à 41 millimètres d'épaisseur, jointifs, posés sur des tréteaux solides, et de manière que la table incline à peu près de 27 à 34 millimètres par 1m.95, afin de donner au métal en fusion la facilité de couler suivant la pente.

Le pourtour de cette table est bordé d'une espèce de châssis en bois ayant aussi 27 à 34 millimètres d'épaisseur et 27 à 40 centimètres de champ. Il est compris dans la hauteur totale du moule de sable; mais lorsqu'on veut couler des nappes de plomb d'une forte épaisseur, 54 millimètres par exemple, il faut le revêtir intérieurement d'une plaque de fer pour empêcher le métal en fusion d'y mettre le feu.

Ce châssis s'appelle *éponge*; il est destiné, avec la table, à contenir une couche de sable préparé, sur lequel on coule le plomb fondu; mais l'un des côtés, celui qui est au bas de la table, doit être mobile pour faciliter la manœuvre qui a

lieu lorsqu'il s'agit de retirer la nappe de plomb après qu'elle a été coulée.

Le moule de table se place toujours à 1 mètre de la chaudière, et de manière que l'axe et le centre de l'un et de l'autre se trouvent dans une même ligne, ce qui est indispensable pour la facilité de la manœuvre du coulage.

Le sable qu'on emploie à cette opération doit être doux au toucher et passé au tamis fin, pour qu'il ne contienne aucune partie graveleuse ni aucun corps étranger. Celui dont on fait usage à Paris se tire des sablonnières de Belleville, non loin des barrières. Le même sable peut servir pendant longtemps, mais il est cependant bon de le renouveler souvent, car lorsqu'il est trop calciné, il ne vaut rien.

Pour préparer le sable à recevoir le plomb fondu, on l'humecte avec de l'eau, on le masse avec une batte en bois; on le dresse ensuite en passant dessus une règle qu'on appelle *râble*, et que deux hommes appuient sur les éponges pour que la couche de sable ait une même hauteur dans toutes ses parties. On répète plusieurs fois cette manœuvre, après quoi on polit la surface au moyen d'une truelle chauffée et graissée pour lui donner plus de consistance; et, si, dans le cours de l'opération, on aperçoit quelques petits défauts, on les corrige en y portant des pincées de sable, qu'on aplanit ensuite avec la truelle.

Cette règle doit avoir en longueur 216 millimètres environ de plus que la largeur du moule de table; sa hauteur 81 millimètres environ, et son épaisseur 27 millimètres au plus. Elle s'applique toujours de champ; il faut surtout qu'elle soit bien dressée, car sans cela la surface du sable ne serait pas plane. Enfin, elle doit avoir à ses deux extrémités des échancrures d'une profondeur égale à l'épaisseur que l'on veut donner à la feuille de plomb, augmentée de la différence qui doit exister entre le dessus de cette feuille et les bords de l'éponge (4 à 6 millimètres au plus), pour que le métal ne s'échappe pas du moule, et cela pour qu'en l'appliquant sur les éponges, la différence des échancrures à l'arête inférieure de la règle puisse enlever à la couche de sable la quantité qu'il est nécessaire d'en ôter pour former le vide que doit occuper la matière. Ces échancrures sont ordinairement garnies de petites plaques de fer.

Avant de couler le plomb sur la surface du sable, on le transvase d'abord, lorsqu'il est en fusion, dans une *auge* placée en tête du moule, auquel elle est fixée par des charnières, et on le verse ensuite sur le moule. Quand on n'opère que sur de petites quantités, le métal en fusion peut

se prendre à la cuiller pour être mis dans l'auge; mais lorsqu'il s'agit de grandes quantités, ce moyen ne suffit pas. Il faut alors mettre l'auge en communication avec la chaudière, au moyen d'un tuyau à robinet, pour y faire arriver la matière. Dans le premier cas, le fourneau peut être fort petit et sans beaucoup plus de hauteur que le moule de table, tandis que dans le second il doit avoir beaucoup plus de hauteur non-seulement que le moule, mais encore que l'auge elle-même, afin de pouvoir établir une communication convenable entre elle et le fond de la chaudière, de manière à ce que tout le plomb que celle-ci contient puisse complètement en sortir.

Comme l'auge, qui d'ailleurs doit occuper toute la largeur de la table, est fort pesante, surtout lorsqu'elle est remplie de plomb, on doit la faire supporter par un socle en maçonnerie placé en tête du moule, et conséquemment entre lui et le fourneau.

D'une autre part, comme cette auge est trop chaude pour pouvoir être manœuvrée à la main, indépendamment de son poids, qui est quelquefois fort considérable, puisqu'elle peut contenir jusqu'à 7 milliers de kilogrammes de plomb, on la renverse pour couler la matière sur le moule, en la soulevant dans la partie postérieure par le moyen de deux chaînes attachées à des leviers ou à un treuil placé au-dessus, et auxquels sont fixés deux bras de leviers avec des cordes, dirigés dans le sens de la table. Deux hommes suffisent pour opérer cette manœuvre : ils doivent agir simultanément.

Au reste, quel que soit le moyen employé pour verser le plomb dans l'auge, il faut, dans tous les cas, que la quantité de matière en fusion soit toujours un peu plus grande que celle qu'on présume être nécessaire, et l'auge doit la contenir entièrement pour qu'elle puisse être coulée d'un seul jet. On ménage, d'ailleurs, à l'extrémité la plus basse du sable, une espèce de rigole appelée *fossé*, pour y faire écouler l'excédant du métal, qui est ordinairement d'un cinquième.

Le plomb étant coulé, deux hommes saisissent un râble ayant des échancrures moindres que celles dont nous avons parlé plus haut, font couler la matière avec une vitesse égale, mais rapide, en faisant glisser la règle sur les éponges, et aplanissant ainsi la surface supérieure de la table; ensuite on sépare l'excédant du métal qui s'accumule dans la partie inférieure du moule, même avant qu'il ait eu le temps de se figer.

Cette séparation est nécessaire, car le plomb en se refroidissant prend du retrait, et un effet de ce retrait serait d'en-

traîner l'excédant dont il s'agit, qui, par la résistance que son poids lui opposerait, pourrait faire gercer et même fendre la table de plomb dans toute sa largeur.

Pour retirer le plomb qui tombe dans les fossés, et qu'on nomme *rejet*, on a soin d'y implanter, de distance en distance, lorsqu'il est encore chaud, des *gâches* ou demi-cercles en fer qui servent alors de poignées.

Le retrait est évalué à 27 millimètres environ pour $4^m.54$.

Lorsque la feuille de plomb est suffisamment refroidie, on la retire du moule en ouvrant l'un des côtés du châssis, et, avec des leviers, on la transporte dans un lieu convenable, pour procéder ensuite à une opération semblable; mais on doit toujours commencer par mouiller et labourer le sable pour le rafraîchir et l'aplanir.

Il faut observer que le meilleur ouvrier et le plus intelligent ne l'est jamais assez pour cette opération : trop de hardiesse et de témérité seraient nuisibles; mais beaucoup de précaution, de prudence et surtout de pratique, sont les qualités essentielles qu'il doit posséder, et qui lui assureront toujours de bons résultats.

La méthode de couler le plomb sur sable est la plus ancienne de toutes; mais aujourd'hui on n'en fait usage que pour former des tables d'une certaine épaisseur, attendu qu'on n'obtient que très-difficilement, même jamais, par ce moyen, des feuilles également épaisses. Mais lorsqu'il s'agit de couler de fortes tables, c'est-à-dire épaisses, auxquelles on ne donne d'ailleurs que peu de longueur et de largeur, elle est sans contredit la meilleure, parce que, lorsque la table est coulée, il devient plus facile de l'enlever du moule, que si, par exemple, elle se trouvait posée sur pierre, à raison de ce qu'on peut miner le sable par dessous, ce qui permet de la soulever plus commodément.

Pour cela faire, on emploie différents moyens; mais le plus simple de tous consiste à réserver une espèce d'œillet dans la table même, à sa partie inférieure et en dehors de l'arête. On y parvient facilement en implantant un boulon de fer dans le sable et dans l'alignement du fossé. Ensuite, lorsque le plomb est refroidi, on fait sauter le boulon avec une pince en fer, et le vide qui reste forme un œillet, dans lequel on passe un crochet fixé à un câble qui lui-même est attaché à une grue placée dans le voisinage du moule pour faciliter l'opération.

Si les tables n'ont qu'une épaisseur moyenne, on peut les rouler sur un cylindre au moyen d'un tour; et lorsqu'enfin elles sont très-minces, cette opération peut se faire à la

main; mais dans ces deux derniers cas, il ne faut pas attendre que le plomb soit entièrement refroidi, parce que, dans cet état, il se plie moins facilement.

Enfin, lorsqu'on a cessé de couler, on doit couvrir le sable avec de fortes planches pour mieux le conserver, et cette couverture peut aussi servir de plancher pour couper les tables de plomb ou pour être employée à quelque autre usage.

§ 7. DU PLOMB COULÉ SUR PIERRE.

La méthode par laquelle on coule le plomb sur pierre est la plus nouvelle de toutes celles usitées jusqu'à ce jour, elle ne diffère de la première qu'en ce que le sable s'y trouve remplacé par un lit de pierre auquel on donne 22 centimètres environ d'épaisseur. La manœuvre est absolument la même que la précédente, excepté qu'on emploie une lingotière pour recevoir l'excédant de la matière, qui, dans l'autre méthode, s'écoule dans le fossé pratiqué dans le sable.

Les pierres employées à former le fond des moules à table ne doivent point être sujettes à éclater par la chaleur. Elles s'unissent avec du mortier de terre glaise, peuvent avoir d'assez grandes dimensions en longueur et en largeur, et doivent principalement former une seule et même surface bien unie et bien plane.

Le plomb coulé sur pierre peut donner, sans inconvénient, des tables d'un demi-millimètre jusqu'à 6 millimètres d'épaisseur; et cela avec une précision toute particulière qui le rend infiniment supérieur à celui coulé sur le sable. On en coule rarement de plus épaisses, parce qu'on risquerait de faire fendre les pierres en les mettant en contact avec une trop grande masse de métal en fusion, lequel contient toujours une quantité relative de calorique.

Ce plomb est d'ailleurs d'une aussi bonne qualité que celui coulé sur le sable. Il est en général plus blanc, mais cela tient à ce que celui coulé sur le sable reçoit une impression particulière de l'humidité du sable, qui lui communique la couleur foncée et terne qu'ont la plupart des plombs, tandis que celui coulé sur pierre n'éprouve pas cet effet, en ce que la pierre échauffée ne lui porte aucune humidité. Seulement il faut remarquer que la première feuille, et quelquefois la deuxième, sont rarement propres à être mises en œuvre, parce que tant que la pierre n'est point suffisamment échauffée, elle absorbe le calorique contenu par la matière en fusion, la refroidit trop spontanément, et provoque ainsi de nombreuses fissures.

§ 8. DU PLOMB EN TABLE, COULÉ SUR TOILE.

La troisième manière de couler le plomb en table est de le couler sur toile, pour en faire des tables aussi minces que le papier.

Cette espèce de plomb en table est fort difficile à bien faire, et d'un usage assez rare; aussi est-il beaucoup plus cher; on ne s'en sert que pour des couvertures très-légères ou pour des objets qui n'ont pas besoin d'une longue durée ni d'une grande solidité. Les facteurs d'orgues sont ceux qui en consomment le plus pour leurs tuyaux.

Lorsqu'on veut couler le plomb sur toile, il faut se fabriquer une table ou planche d'environ 49 centimètres de largeur, sur 3m.24 de longueur. On la couvre avec une toile de coutil bien serré, et cette toile doit être tendue au moyen de petits clous fixés à l'entour et de manière qu'elle ne fasse et ne puisse faire aucun pli, car sans cela l'opération manquerait, ce qui est facile à concevoir; on la garnit ensuite de chaque côté d'un rebord pour empêcher que le plomb fondu ne s'échappe.

Il faut aussi que cette toile soit graissée, soit avec du suif, soit avec de la chandelle, soit avec de la poix-résine grasse. On obtient, par ce moyen, un plomb beaucoup plus doux, moins aigre, et moins sujet à se casser.

Cette planche, ainsi préparée, se pose sur deux tréteaux, dont l'un est plus élevé que l'autre, afin de lui donner une pente d'environ 325 millimètres par 1m.95, pour que le plomb, conduit par le râble, puisse couler promptement, ce qui fait aussi qu'on obtient des tables très-minces. L'excédant de la matière est également reçu dans une lingotière placée au bas du moule.

Cette opération doit être faite avec beaucoup de célérité, car sans cela on courrait risque de brûler la toile.

Il faut encore observer que c'est non-seulement de l'inclinaison de la table que dépendent l'épaisseur et l'égalité de la feuille de plomb, mais encore du degré de chaleur du métal en fusion. C'est aussi de l'intelligence de l'ouvrier que dépend la bonne qualité de l'ouvrage, qui, quoique fait avec beaucoup de précaution et d'adresse, n'en est pas moins difficile, et ne réussit pas toujours aussi bien qu'on peut le désirer.

§ 9. DES MOYENS PROPRES A RECONNAITRE LE DEGRÉ DE CHALEUR QUE LE PLOMB DOIT AVOIR POUR ÊTRE COULÉ.

Il est important que le plomb ait le degré de chaleur convenable pour être coulé, car sans cela toutes les opérations auxquelles on le soumettrait ensuite, manqueraient ou ne réussiraient que très-imparfaitement. Si on le laissait trop longtemps au feu, il se calcinerait, deviendrait sec et cassant, après avoir été jeté en moule. S'il était trop chaud au moment d'être coulé en table, il creuserait le sable, s'érailllerait ou brûlerait la toile sur laquelle on peut le couler, ainsi que nous venons de le voir; si, au contraire, il était trop froid, il se coagulerait, s'amoncellerait sous le râble et ne coulerait pas jusqu'au bout du moule. Pour apprécier le degré de chaleur dont il s'agit, on remarquera le moment où il commencera à s'attacher aux bords de la chaudière, et ce sera un indice certain qui dénotera le point où il doit être. On peut encore se servir d'un morceau de papier et le jeter dans la matière en fusion. Si elle est arrivée au degré convenable, le papier jaunira fortement; tandis que si elle est trop chaude, celui-ci s'enflammera. Mais il est facile de le refroidir en peu de temps, en y jetant quelques livres de plomb froid, et jusqu'à ce que les effets dont nous venons de parler se soient manifestés.

§ 10. PLOMB (CHINOIS).

La réduction du plomb en feuilles se fait en Chine par deux ouvriers : l'un est assis à terre, ayant devant lui une large pierre plate, bien unie, et tenant à la main une autre pierre plate, espèce de molette. A côté se trouve un fourneau dans lequel est placé un creuset rempli de plomb ; aussitôt que le métal entre en fusion, le second ouvrier en verse sur la pierre une quantité proportionnée à la grandeur et à l'épaisseur de la feuille qu'on veut obtenir. L'autre, en appuyant fortement avec la molette sur le plomb, produit une feuille autant mince qu'il veut et d'une égale épaisseur partout. On l'enlève immédiatement et l'on répète l'opération qui se poursuit avec une rapidité extraordinaire. Quand on a une certaine quantité de feuilles, on rogne les bords, qui sont toujours ductiles, et on les soude ensemble.

M. Wadel qui a vu pratiquer ce procédé en Chine l'a appliqué avec succès à la préparation des plaques de zinc pour les appareils galvaniques.

§ 11. DU PLOMB LAMINÉ.

Le plomb laminé s'obtient en passant les feuilles de plomb au *laminoir*, après l'avoir coulé préalablement en tables de $1^m.30$ à $1^m.62$ de largeur, sur $1^m.95$ à $2^m.60$ de long, et 40 à 54 millimètres d'épaisseur.

Cette opération a pour objet, 1° l'économie de temps qu'il faut pour couler les feuilles de plomb un peu minces, par les méthodes que nous avons décrites plus haut; 2° d'obtenir des tables qui peuvent avoir jusqu'à $8^m.22$ à $9^m.84$ de longueur, et 3° de rendre celles-ci également épaisses et unies dans toutes leurs parties.

Le plomb coulé, quelle que soit sa qualité, est sujet à une infinité de pores très-ouverts, que le laminoir seul peut resserrer; ce même plomb est aussi plus raide et beaucoup plus cassant lorsqu'il n'y a point passé.

Mais si le plomb qui a passé au laminoir est beaucoup plus liant que le précédent, il a l'inconvénient d'être beaucoup plus feuilleté, et d'être moins capable, selon le sentiment des chimistes, de résister au soleil, à la gelée et aux intempéries des saisons; la raison en est que la masse du plomb que l'on destine à passer au laminoir, est sujette, comme toute espèce de plomb qui vient d'être coulé à une épaisseur assez forte, à contenir une infinité de bulles d'air plus grandes les unes que les autres : plus la masse passe de fois au laminoir, plus ces globules s'élargissent par l'effet de l'air comprimé, s'aplatissent et se croisent les uns au-dessus des autres; c'est ce qui produit les feuilles superposées et des cavités susceptibles de s'agrandir par l'effet des rayons solaires ou d'une chaleur quelconque, ou de diminuer suivant que le froid ou la gelée resserrera les molécules d'air intercalées.

D'après cela, beaucoup de constructeurs ont conclu que le plomb laminé, malgré les avantages qu'il procure, à de certains égards, ne doit point être employé indifféremment dans toutes les circonstances; et qu'il doit être principalement rejeté lorsqu'il s'agit de couvrir des toits, des terrasses ou autres constructions semblables.

D'autres constructeurs, au contraire, pensent que ce plomb est préférable à celui non laminé, et appuient leur assertion sur ce que le métal étant plus resserré après avoir passé entre les cylindres, contient moins d'aspérités capables de laisser pénétrer les eaux à travers.

Dans l'intention de mieux fixer les idées à cet égard, nous

avons consulté plusieurs plombiers, mais il nous a été impossible de rien conclure de positif des réponses diverses qu'ils nous ont faites : toutes nous ont paru dictées par l'intérêt personnel, et cela à raison des procédés employés par chacun d'eux pour former les tables de plomb qu'ils livrent au commerce.

Quoi qu'il en soit, notre opinion est que le plomb laminé est en effet moins propre à former des couvertures, et nous la basons, non-seulement sur le sentiment des chimistes, mais encore sur les résultats désavantageux qu'ont produits les diverses applications qu'on en a faites ; et d'ailleurs il est évidemment prouvé que ce plomb est moins compacte que celui non laminé, puisque dans le poids de 32 centimètres carrés à 2 millimètres d'épaisseur, ce dernier pèse 2 kilogrammes 75 décagrammes ; tandis que le laminé ne pèse que 2 kilogrammes 69 décagrammes ; différence qui ne peut être causée que par les distances des lits de crasse qui se trouvent entre chaque feuillet de plomb ; d'où il suit nécessairement que le plomb coulé sur table ou sur pierre, est infiniment supérieur au plomb laminé. Il est cependant des circonstances où il peut être préféré à l'autre à raison de son épaisseur constante.

§ 12. DES LAMINOIRS.

Les laminoirs sont des machines composées de cylindres qui sont destinés à étirer et à réduire en lames, en tables, en feuilles, etc., les divers métaux malléables.

Ces machines sont également propres à fabriquer toutes sortes de moulures, lorsqu'on y introduit des cylindres taillés à cet effet dans toute leur circonférence.

Elles ont, à raison de la continuité et de l'uniformité de leur action, et relativement à l'économie et à la célérité qu'elles procurent, une supériorité marquée sur le marteau et autres instruments analogues.

On peut les faire mouvoir à bras d'homme, par des chevaux, des roues hydrauliques, ou enfin par des machines à vapeur.

Le laminoir représenté par les figures 71, 72 et 73, est mu par une roue hydraulique ; mais celle-ci pourrait être remplacée par tout autre agent. On en a fait usage en Angleterre dès l'année 1700. Voici la description qui en a été donnée par M. Borgnis, dans son *Traité complet de Mécanique appliquée aux arts*, page 140 et suivantes.

La figure 73 représente le laminoir vu de face ; les cylindres

a b qui le composent sont de fer fondu et tourné; ils ont de 1m 30 à 1m.62 de longueur, et leur diamètre ne doit point être moindre de 33 centimètres, afin qu'ils puissent résister à la grande pression qu'ils doivent produire, sans prendre aucune courbure, et il est indispensable qu'ils soient solidement affermis, qu'ils conservent constamment leur parallélisme, et que néanmoins on ait des moyens faciles et expéditifs de les rapprocher ou de les éloigner, et de les faire tourner en sens contraire.

Le mécanisme qui sert à rapprocher plus ou moins ces deux cylindres, sans leur faire perdre leur parallélisme s'appelle *régulateur*; il est représenté sur une grande échelle, fig. 71 et 72. La figure 71 en est le plan horizontal, la figure 72 une vue latérale. On voit, fig. 72, que les tourillons du cylindre supérieur *b* sont soutenus par deux étriers *m m m m*. Ces mêmes étriers, vus de profil en *m m*, *n n*, fig. 73, sont terminés dans une partie supérieure par des chaînes qui s'enveloppent sur le treuil *r r*, qui est muni d'un levier *q*. On conçoit facilement qu'en agissant sur le levier *q*, on pourra élever plus ou moins le cylindre *b*, et que son propre poids tendra à le rapprocher du cylindre inférieur *a*. Mais ce poids, suffisant pour faire coïncider ces deux cylindres, lorsque la machine est inactive, et lorsqu'une lame métallique n'est pas engagée entre les deux; ce même poids, dis-je, serait incapable à lui seul de produire le rapprochement progressif nécessaire pour un prompt laminage; mais on obtient cet effet d'une manière très-satisfaisante en faisant usage du *régulateur*.

Le régulateur (fig. 71, 72) est destiné à comprimer simultanément et exactement de la même manière, les collets *q q q*, superposés aux tourillons du cylindre *b*. Chacun de ces collets a deux oreilles *q q* (fig. 72), percées d'un trou dans lequel passent les colonnes de fer *b' b'* qui forment la cage du laminoir. Le collet inférieur 72, qui est mobile, a également des oreilles traversées par les mêmes colonnes. Ces colonnes sont, dans leur partie supérieure, taillées en forme de vis; les écrous *o o* de ces vis sont garnis de roues dentées *s s s s* (fig. 71, 72), extrêmement semblables; elles engrènent avec deux pignons *t t*, chacun desquels est surmonté par une roue d'angle *v*, qui engrène avec des vis sans fin *u u*; l'axe *z z* de ces vis sans fin porte à son extrémité une croix *y*.

Voici comment on fait agir ce régulateur : il suffit de faire tourner la croix *y*; alors les vis sans fin *u u* font tourner simultanément et d'une même quantité les roues d'angle *v v*, et conséquemment les pignons *t t* qui leur sont annexés, et

qui mettent en mouvement les quatre roues *ssss* toutes à la fois. Ces roues font partie des écrous qui surmontent les oreilles *qq* des collets *qqq*, de sorte qu'elles font descendre ces collets lorsqu'on agit dans un sens sur la croix *y*, et qu'elles les relâchent lorsqu'on agit en sens contraire; dans ce cas, on peut, en agissant sur le levier *q* (fig. 73), soulever le cylindre *b*, comme nous l'avons déjà dit.

Il nous reste maintenant à examiner de quelle manière on peut, à volonté, faire tourner les cylindres, tantôt dans un sens, et tantôt dans le sens contraire. Cet effet est produit par un double engrenage et par un verrou. Le premier engrenage est composé de deux seules pièces, c'est-à-dire d'une roue *c* et d'une lanterne *d*; le second est composé de deux lanternes *e*, *f*, et d'un pignon intermédiaire *g*. Ces deux engrenages sont indépendants l'un de l'autre, et les lanternes *daf*, qui ont un axe commun, sont tellement placées sur cet axe, qu'elles peuvent tourner sans qu'il se meuve, et réciproquement, que l'arbre peut tourner sans que l'une de ces lanternes, ou même toutes les deux, participent à ce mouvement. Pour obtenir cet effet, il faut que l'axe soit carré, et que le trou des lanternes soit circulaire.

Un verrou *h*, à trou carré, enveloppe l'axe entre les deux lanternes. Ce verrou est composé de deux anneaux 1 et 2, garnis de dents saillantes 33, 44; un levier coudé *kk* sert à pousser le verrou à droite ou à gauche. S'il le pousse à droite, les dents 33 entrent dans des cavités correspondantes pratiquées dans la lanterne *d*, et ils la fixent. C'est, au contraire, la lanterne *f* qui est fixée lorsque le verrou est poussé vers la gauche.

Comme les tables de plomb acquièrent beaucoup de longueur par le laminage, il suffit, lorsqu'on veut les soumettre à cette opération, de les couler dans des moules de 1m.95 seulement; ou bien on peut les diviser avant de les introduire sous le cylindre, lorsqu'on en a qui dépassent de beaucoup cette dimension.

Les tables que l'on coule dans la fabrique de plomb laminé, située rue de Bercy, nº 20 à Paris, ont 2m.60 de longueur, 1m.54 de largeur, et 54 millimètres d'épaisseur, ce qui équivaut à 7,000 kilogrammes pesant.

Lorsqu'une table est suffisamment refroidie, on l'enlève par le moyen d'une grue placée dans l'axe du moule, à 3m.90 environ de distance de la table. A la grue est attaché un cable muni de son crochet, que l'on passe dans l'œillet dont nous avons parlé plus haut. On la pose à terre pour l'ébarber et la nettoyer du sable et des bavures qui y restent attachés;

après quoi on la soulève de nouveau par l'intermédiaire de la grue, pour la diriger vers les cylindres entre lesquels elle doit passer.

Après avoir introduit l'une des extrémités de la table de plomb dans le laminoir décrit ci-dessus, on abaisse, au moyen du régulateur, le cylindre supérieur autant qu'il convient pour la faire mordre, le verrou étant attaché à la lanterne *f*; après quoi l'on met en mouvement la machine, et la table, convenablement comprimée, passe entre les deux cylindres. Quand toute la longueur de la table est passée, on change le verrou pour l'attacher à la lanterne *d*, et, sans changer la position des cylindres, on la fait revenir d'où elle était partie : alors on reserre un peu les cylindres; on attache le verrou à la lanterne *f*, et la table reçoit une nouvelle pression. Il arrive souvent qu'on est obligé de répéter cette opération jusqu'à deux cents fois pour réduire la table à l'épaisseur qu'elle doit avoir, n'augmentant la pression au moyen du régulateur que quand la lanterne *f* travaille ; l'autre, *d*, ne sert qu'à rappeler la table en sens contraire.

Mais pour obtenir des feuilles extrêmement minces, telles, par exemple, que celles dont on se sert spécialement pour envelopper le tabac, on opère d'abord comme nous venons de l'indiquer, et jusqu'à ce que la table soit parvenue à peu près à l'épaisseur à laquelle on veut la réduire ; ensuite on la repasse au laminoir, mais en la posant d'abord sur une table de plomb épaisse et déjà laminée. Par ce moyen, elle peut encore diminuer d'épaisseur, attendu qu'il n'y a que la feuille de dessus qui se lamine.

On place deux châssis d'une largeur égale à celle du laminoir même, devant et derrière les cylindres du laminoir ; leur objet est de porter les tables de plomb pendant le cours de l'opération. L'une des parties de ce châssis est recouverte en planches, et sert d'établi pour rouler le plomb lorsqu'il est laminé, ce qui se fait au moyen d'un treuil placé à son extrémité.

C'est aussi du côté où cet établi se trouve que l'on introduit la nappe de plomb entre les cylindres. L'autre partie de châssis est à jour, mais est garnie de cylindres en bois, à 54 ou 81 millimètres environ de distance les uns des autres. Ces cylindres tournent sur leur axe, et facilitent, par leur rotation, la marche de leur table de plomb, qui avance au fur et à mesure qu'elle s'allonge en passant par le laminoir.

Si la table de plomb était placée simplement sur un plancher, l'opération serait infiniment plus difficile qu'elle ne l'est en raison de la disposition dont nous venons de parler, parce

que les frottements seraient trop considérables, et feraient refoûler la nappe de plomb sur elle-même. Ce sont aussi les frottements qui font tourner les cylindres; mais loin de s'opposer à la manœuvre dont il s'agit, ils la facilitent. On peut donner à chacune des parties du châssis jusqu'à 9m.75 de longueur, ce qui dépend, au reste, de l'importance de l'établissement et des dimensions que l'on veut donner aux tables de plomb. Quant à la hauteur, elle doit toujours être à peu près la même : on lui donne ordinairement 1 mètre environ.

Le laminoir dont nous venons de donner la description exige un moteur très-vigoureux, et nécessite un espace assez vaste pour son emplacement; aussi, ne convient-il qu'à de grandes usines.

Celui représenté par les figures 74, 75, 76 et 77, est d'une moins grande dimension; l'invention en est due à M. Droz. C'est l'un des meilleurs en ce genre que l'on ait imaginés. Les orfèvres, les plombiers, etc., auxquels il peut être d'une très-grande utilité, le fixent ordinairement sur un établi au moyen de quelques boulons.

Il est composé de deux petits cylindres *a*, *b* (fig. 74), travaillés au *tour*, entre lesquels passent la table de métal que l'on veut laminer; ces cylindres sont appuyés sur deux colliers ou coussinets de cuivre; les coussinets inférieurs sont fixes, et les supérieurs sont mobiles, de manière qu'on peut rapprocher les cylindres plus ou moins, selon l'épaisseur que l'on veut donner à la table de plomb.

Pour hausser et baisser le cylindre supérieur *a* (fig. 74 et 75), on a vissé deux tringles verticales *xx* aux coussinets *r*, *s*; celles-ci traversent le chapiteau *t* qui réunit les parties supérieures des jambages *u*, *u*, entre lesquelles les colliers se trouvent placés, et sont fixées par le haut avec des écrous aux quatre angles, à une plate-bande *v*, *v*, qui, elle-même, est assujettie à monter et à descendre, suivant qu'on tourne ou détourne des vis qui la traversent, et dont les écrous, placés au-dessus des colliers qui supportent le cylindre, sont fixés aux jambages qui maintiennent le collier. Ces vis portent, près de leurs têtes (fig. 74), des pignons *m* et *n*, assez espacés pour qu'on puisse placer et fixer entre deux une clef portant un troisième pignon *o*, qui engrène les deux premiers; de sorte que, en tournant la clef d'un côté ou de l'autre, on fait élever ou baisser le cylindre supérieur sans que son parallélisme soit dérangé.

Les cylindres sont mus par des manivelles à la main, au moyen de l'engrenage *ff*, *gg*, et c'est le cylindre inférieur qui mène le supérieur. Enfin, pour conserver le parallélisme

du cylindre supérieur, lorsqu'on le fait hausser ou baisser, deux articulations *m* et *n* sont pratiquées à l'axe ou tourillon qui le supporte, et permettent, en outre, de l'élever et de le descendre, sans qu'il cesse d'être mené par les engrenages *ff* et *gg*, attendu que les parties de l'axe du cylindre s'emboîtent l'une dans l'autre.

La figure 76 indique le plan des articulations, et la figure 77 est une coupe qui représente la disposition des coussinets qui supportent les tourillons.

Quant à la marche à suivre pour opérer au moyen de ce deuxième laminoir, elle est à peu près semblable à celle que nous avons décrite plus haut : nous ferons seulement remarquer que la manœuvre doit en être plus simple et plus facile en raison de sa dimension qui est moins grande, et qu'il est d'ailleurs possible de faire varier selon les circonstances qui pourront nécessiter son emploi.

§ 13. DU PLOMB MOULÉ.

Le plomb moulé n'est autre chose que du plomb fondu jeté dans des moules faits exprès, et de la même forme qu'on juge à propos de donner à la matière. Il s'en fait de deux espèces : l'une consiste principalement dans les tuyaux de toutes grosseurs, dont les moules sont ordinairement en cuivre; l'autre, dans les ornements d'architecture et de sculpture où l'on veut éviter la dépense de la dorure et du bronze, ou qui sont sujets au contact de l'eau. Mais cette partie, dont la plus grande difficulté consiste dans la façon des moules, qui se font ordinairement en terre cuite, ne regarde nullement les plombiers, mais bien les fondeurs en cuivre, et devient, par conséquent, étrangère à notre sujet.

De la fonte des tuyaux.

Les tuyaux se fondent de deux manières, d'un seul jet ou en plusieurs fois.

Les premiers, auxquels on donne le nom de tuyaux ordinaires, ont 98 centimètres à 1m.30 de longueur, et se soudent les uns aux autres lorsqu'on veut avoir une suite de tuyaux qui dépassent ces premières dimensions.

Les autres se nomment tuyaux sans soudure, et on leur donne ordinairement 3m.90 à 4m.88 de longueur.

Des tuyaux ordinaires. — Des moules.

Les tuyaux ordinaires se coulent dans des moules de cuivre composés d'un cylindre creux et d'un noyau intérieur nom-

mé *boulon*, dont le diamètre est plus petit que celui du cylindre, et tel, que l'intervalle qui le sépare des parois intérieures de l'enveloppe, soit égal à l'épaisseur qu'il convient de donner à la matière qui doit former le tuyau que l'on veut avoir (1). L'enveloppe, ou cylindre extérieur, est divisée en deux parties, dans le sens de la longueur du tube; ces deux parties ou demi-cylindres s'appellent *côtières*, et on les réunit par des charnières ou brides en fer, lorsqu'il s'agit de couler le plomb. L'appareil est en outre surmonté d'un entonnoir, et porte, dans le haut, de petites ouvertures pour donner issue à l'air déplacé par le métal en fusion, ce qui est indispensable; car, sans cette précaution, l'air se mêlerait à la matière, et il en résulterait des soufflures qui seraient contraires à la solidité du tuyau.

Pour faciliter la manœuvre du moule, on l'adapte par son milieu, au moyen d'une charnière, à une traverse en fer fixée au bord d'une fosse d'environ 1 mètre de côté, sur 650 millimètres de profondeur, le tout disposé de manière que le moule puisse basculer, soit pour lui faire prendre la situation verticale qu'on doit lui donner, afin d'y couler la matière, soit pour le coucher horizontalement, afin de séparer les côtières, pour en retirer le tuyau après son refroidissement.

Avant de couler le plomb, on bouche le bas du cylindre avec un *tampon* de métal, percé au centre d'un trou circulaire d'un diamètre égal à celui du vide intérieur que l'on veut donner au tuyau, pour y introduire le bout du boulon, qui doit toujours sortir hors du moule.

Comme le métal, en se refroidissant, se retire par son milieu, il faut avoir soin de ménager la coulée de manière à remplir le vide occasionné par le retrait, à mesure qu'il se prononce. Ensuite, on le laisse se refroidir suffisamment pour que le plomb ne se rompe pas en le remuant.

Les tuyaux fabriqués de la sorte se soudent, ainsi que nous l'avons déjà dit, les uns à la suite des autres, lorsqu'on veut en avoir de plus longs.

§ 14. DES TUYAUX SANS SOUDURE.

Ces tuyaux se coulent dans un moule semblable à celui dont nous venons de parler; mais l'appareil doit être placé plus au-dessus du sol de l'atelier que lorsqu'il s'agit de couler des tuyaux ordinaires, attendu qu'ils sont beaucoup plus longs.

(1) En général, le calibre d'un tube se mesure par le diamètre intérieur.

Pour couler ces tuyaux, on opère d'abord comme nous l'avons décrit ci-dessus; mais l'on ne retire le boulon que de 162 millimètres seulement, et l'on verse ensuite de nouveau plomb fondu sur l'ancien, auquel il se joint de manière à ne former qu'un seul et même tout, et, cela, en fondant le bout du tuyau avec lequel il entre en contact.

Le boulon se retire toujours avec un cric, attendu qu'il faut une certaine force pour vaincre l'adhérence du tube coulé avec le noyau.

Avant de couler un tuyau, on doit avoir l'attention de graisser toutes les pièces du moule. Il faut aussi que toutes ces parties soient bien ajustées, car si le moule n'était pas bien arrondi, le tuyau serait mal fait ; ou, si le noyau ne se trouvait pas au milieu du cylindre, le tuyau serait plus épais d'un côté que de l'autre, et prendrait une mauvaise forme. Ainsi, toutes ces précautions sont utiles pour bien opérer.

Enfin, il faut encore avoir la précaution de bien épurer le plomb avant de l'introduire dans le moule, et il est surtout indispensable qu'il soit assez chaud lorsqu'on le coule pour faire fondre l'ancien, afin qu'il puisse, par là, se plier plus intimement avec lui. Cependant, il ne faut pas qu'il soit trop chaud, car, en général, le plomb trop échauffé se calcine ou s'affecte en tubercules ou pores par lesquels l'eau se perd quelquefois, surtout lorsqu'elle se trouve forcée par des réservoirs elevés ; c'est encore un défaut qui donne lieu à la réparation continuelle des tuyaux de conduit.

§ 15. DES TUYAUX ÉTIRÉS.

Les tuyaux étirés sont ceux qui, après avoir été coulés dans des moules ordinaires de 98 centimètres à 1m.30 de longueur, sont allongés, au moyen d'un procédé mécanique, qui les rend capables de produire des tubes d'une très-grande longueur, comparativement à leur dimension première; mais, dans cette opération, le vide intérieur du tube reste toujours le même; ce n'est que l'épaisseur du métal qui s'amincit au fur et à mesure que le tuyau s'allonge On donne ordinairement à ces tuyaux 4m.88 à 6m.50 de longueur.

Pour opérer cette métamorphose, on passe d'abord le tuyau, muni de son mandrin, entre deux cylindres cannelés, et ceux-ci produisent sur le métal un effet analogue à celui du cylindre du laminoir sur les tables de plomb. Toutefois, comme l'effort obtenu par ces cylindres est insuffisant, lorsqu'il s'agit d'opérer sur des tubes dont l'épaisseur

des parois est très-petite, on soumet ensuite les tubes à une deuxième opération, fort ingénieuse en elle-même.

Pour cela, on fait usage d'une poutre très-forte, et très-longue, qu'on appelle *banc à étirer*. Ce banc porte une coulisse, creusée dans sa surface supérieure, et celle-ci est garnie de petits cylindres de bois, susceptibles de tourner sur leur axe au moindre frottement : elle est, en outre, partagée transversalement en deux parties par une lunette en fer, contre laquelle on applique les diverses filières qui doivent faire refouler le plomb sur lui-même, afin qu'il puisse diminuer d'épaisseur.

Lorsqu'on veut étirer un tuyau, on y introduit préalablement un long mandrin énarbré à une vis dont l'écrou tourne sur lui-même, et que l'on accroche à une forte sangle qui s'enroule sur un treuil placé à l'extrémité du banc à étirer. On fait ensuite passer ce même tuyau par la filière, au moyen de la force motrice qui doit le faire marcher. Il glisse ainsi sur les petits cylindres à coulisse, sur lesquels on doit le poser; et, par l'effet de la résistance qu'il éprouve en passant par l'œil de la filière, la matière qui le forme se refoule sur elle-même, parce que le diamètre de l'œil du calibre est plus petit que celui du tuyau, mais seulement d'un côté, attendu qu'il a la forme d'un cône tronqué. Enfin, les filières qui succèdent à la première, diminuant toujours de diamètre, il en résulte, à chaque passage, une dépouille d'une couche de plomb, qui profite d'autant à l'allongement du tuyau. Cette opération se renouvelle quatre, cinq et six fois, selon que l'on veut allonger le tuyau ou diminuer l'épaisseur de ses parois, et l'on change à cet effet les calibres autant de fois qu'il est nécessaire. La lunette et les calibres peuvent avoir 18 à 20 millimètres environ d'épaisseur.

Dans l'établissement de la rue de Bercy, que nous avons déjà cité plus haut, on a étiré des tuyaux, de cette manière, jusqu'à 16^{m}.25 de longueur, et on a employé, à cet effet, des tubes de 98 centimètres à 1^{m}.30 de longueur, et dont les parois n'avaient que 18 millimètres d'épaisseur. Le mécanisme de ce vaste établissement était mu par des chevaux, qui sont remplacés maintenant par une machine à vapeur.

Les tuyaux étirés sont généralement préférés aux tuyaux soudés ou sans soudure, parce qu'ils sont mieux faits, et qu'ils sont tout aussi solides. On a prétendu que l'étirage affaiblissait le métal; mais des expériences nombreuses ont suffisamment démontré le contraire. Ils sont même, en quelque sorte, écrouis par cette opération.

Les tuyaux soudés, ou sans soudure, ont aussi, d'ailleurs,

leur inconvénient : les uns dépérissent toujours par la soudure, et les autres, qui se soudent également dans de certains cas, sont aussi parfois défectueux dans les parties où se fait la jonction lorsqu'on les coule.

§ 16. DES TUYAUX PHYSIQUÉS.

Les tuyaux physiqués se font avec du plomb en table, roulé sur un mandrin, et dont les bords, faits en feuillures, sont ensuite réunis par une soudure plus fine et moins apparente que la soudure à côte, dont nous parlerons plus bas.

Les tuyaux formés de cette manière ne s'emploient guère que pour les tubes d'un diamètre très-grand, et qui ne sont pas susceptibles d'être coulés, ils offrent peu de solidité : on en fait cependant usage dans la plupart des circonstances où ils n'ont aucun effort à supporter.

§ 17. DES MACHINES A FABRIQUER LES TUYAUX EN PLOMB.

On a imaginé un assez grand nombre d'appareils pour fabriquer les tuyaux en plomb par divers procédés mécaniques. Un aperçu de ces tentatives sera peut-être agréable aux lecteurs.

On a essayé, depuis longtemps de fabriquer des tuyaux au moyen de la compression produite par des machines fonctionnant d'une manière plus ou moins satisfaisante ; celui qui paraît s'en être occupé le premier, est M. Thomas Burr, de Shrewsburg, en Angleterre. Sa patente, qui date du 11 avril 1820, a pour objet l'emploi d'une presse hydraulique puissante dont le piston refoule le plomb, à l'état pâteux, dans un cylindre épais et solide placé verticalement, en faisant passer le métal à travers une bague ou filière qui détermine le diamètre extérieur du tuyau. Le diamètre intérieur est formé par un mandrin attaché à la tige du piston ; mais on n'obtenait ainsi que des bouts de tuyaux d'une longueur correspondant à celle du cylindre. La spécification de la patente a été publiée dans le premier volume du *London journal of arts*.

D'après le rapport du Jury de l'exposition de 1844, ce serait M. Lagoutte, de Paris, qui aurait le premier introduit en France la fabrication des tuyaux de plomb par pression : une médaille de bronze lui fut accordée alors. Mais, M. Simon, également de Paris, obtint une médaille d'argent pour le même objet.

M. Sieber, de Milan, entreprit, en 1826, la construction d'une grande presse hydraulique qu'il appliqua à la fabrication des tuyaux de plomb sans soudure. Cette industrie qui eut à lutter contre de nombreux obstacles, fut enfin adoptée, et, quatre ou cinq ans après, les tuyaux soudés avaient entièrement disparu du commerce.

Le 23 mai 1822, MM. Grosley et Heywood, de Londres, ont pris un brevet d'importation de quinze ans, pour une machine propre à faire des tuyaux et cylindres métalliques d'une manière continue.

Le métal en fusion est versé dans un réceptacle ou cylindre, où il est refoulé par un piston attaché à une longue vis qu'on fait tourner à l'aide d'une manivelle. A mesure que le plomb sort du cylindre sous forme de tuyau continu, il passe dans un réservoir rempli d'eau froide, où il se solidifie; le tuyau est ensuite enroulé sur un tambour vertical tournant par l'effet d'un contre-poids attaché à une corde. (*Voyez* tome XXXVI, page 108, des *Brevets expirés*.)

Le 18 mai 1827, M. Moisson de Vaux, de Paris, a pris un brevet d'invention pour la fabrication des tuyaux de plomb, au moyen de la force de compression. (*Voyez* tome XXXV, page 295, des *Brevets expirés*.)

Le 25 novembre 1837, M. Falguière, de Marseille, a obtenu un brevet d'invention de quinze ans pour des procédés nouveaux dans la fabrication des tuyaux de plomb ou d'autres métaux, et reposant sur l'emploi d'une presse à vis mue par un manège; cette presse agissait directement sur la matière qu'elle obligeait à passer par un cylindre creux traversé par un autre plein, d'un diamètre correspondant à celui qu'on voulait donner au tuyau.

Le 16 février 1838, il fut délivré à MM. Lambry et Lagoutte un brevet de cinq ans, pour une machine à fabriquer les tuyaux par compression, construite sur le même principe de la pression continue. (*Voyez* volume XLVIII, page 203, des *Brevets expirés*.)

Le 14 mars de la même année, MM. Mentzel et Compagnie, de Cologne, s'assuraient le privilège d'exploitation d'une machine propre à la fabrication des tuyaux d'étain, de plomb, etc., au moyen de la pression. C'est une presse à vis semblable à celle que nous avons déjà mentionnée. (*Voyez* tome LXVII, page 262, de la *collection des Brevets expirés*.)

Le 19 octobre 1840, M. Deconclois prit un brevet d'invention pour une machine perfectionnée, propre à la fabrication des tuyaux sans soudure, consistant principalement dans une nouvelle disposition des sommiers à charnières qui permet-

tait de manœuvrer ceux-ci sans les enlever, et dans de nouveaux mandrins à deux calibres pour donner la forme aux tuyaux. Un renflement conique, placé à la partie inférieure du mandrin, fortifie celui-ci et oppose une plus forte résistance pendant la pression; de plus, comme il entre, à la fin de l'opération, dans l'œil ou rondelle qui sert à donner le diamètre extérieur du tuyau, il produit, par sa base, un tuyau élargi. Par ce moyen, la fin du tuyau qui est plus large que le mandrin, tombe d'elle-même, et celui-ci peut à l'instant même être remis en activité. (*Voyez* tome LX, page 194 des *Brevets expirés.*)

Le 2 décembre 1842, M. Gruat, de Paris, a pris un brevet d'invention de cinq ans, pour des appareils propres à la fabrication des tuyaux de plomb sans soudure. Ces appareils consistent : 1° dans un cylindre horizontal portant un godet ou entonnoir par lequel on introduit le métal en fusion; 2° dans un écrou mobile, mû par une vis de rappel et qui maintient le piston, et par suite, le mandrin dans une direction parfaitement horizontale et au centre de la filière que ce dernier traverse; 3° dans la disposition de plusieurs mandrins sur le piston et de filières correspondantes, ce qui permet de fabriquer trois tuyaux à la fois; 4° dans la possibilité de fabriquer ainsi, d'une manière continue, des tuyaux d'une longueur indéfinie. Le moteur de la presse se compose d'une longue vis mue par un engrenage. (Tome LXV, page 461, de la *Collection des Brevets expirés.*)

Parmi plusieurs patentes délivrées en Angleterre pour la fabrication des tuyaux de plomb sans soudure, nous mentionnerons celle que M. Newton a obtenue le 26 septembre 1845, pour une disposition qui permet d'étirer et d'étamer intérieurement les tuyaux de plomb en une seule opération. Les tuyaux sont fabriqués par la pression hydraulique qui comprime le plomb liquide dans une petite cavité autour d'un mandrin et le chasse entre ce mandrin et des filières pendant qu'il se refroidit. Le mandrin étant creux et percé latéralement de petits trous, laisse échapper de l'étain contenu dans son intérieur, et destiné à étamer la surface interne du tuyau, en s'y étendant pendant sa sortie de la machine. Ce préambule était nécessaire pour bien faire comprendre l'état actuel de la fabrication des tuyaux de plomb sans soudure.

Nous décrirons maintenant une machine inventée par M. Cornell, pour la fabrication des tuyaux en plomb.

Le but du perfectionnement imaginé par M. Cornell, dont la patente porte la date du 21 août 1847, est de supprimer la traverse de jonction qui, dans nos presses hydrauliques ac-

tuelles, porte le mandrin intérieur du tuyau, laquelle traverse a l'inconvénient de diviser la matière qui doit ensuite se souder pour former le tuyau. A cet effet, il munit sa presse de deux pistons reliés et guidés rigidement à l'extérieur sans se rejoindre complètement à l'intérieur, dont les axes se confondent parfaitement et qui occupent une position invariable, l'un par rapport à l'autre; ils sont animés d'un mouvement uniforme dans le même sens lorsque la presse fonctionne. L'un des pistons porte la bague qui détermine le diamètre extérieur du tuyau, et l'autre est armé de la tige ou calibre qui sert de mandrin pour le diamètre intérieur du tuyau. Ces deux pistons ont un diamètre différent, et c'est dans l'espace annulaire réservé entre les parois du cylindre et le petit piston, qu'est placée la matière à convertir en tuyaux.

Le tuyau fabriqué, au lieu de sortir par le fond du cylindre, sort au travers du gros piston, à mesure que celui-ci pénètre dans le cylindre à plomb.

La figure 299 est une section verticale de la presse de M. Cornell, montée de toutes ses pièces, et dans laquelle le tuyau fabriqué soit par le bas après avoir traversé le piston creux.

Fig. 400, section verticale d'une modification de la presse précédente, dont le piston est plein et le mandrin creux. Le tuyau formé sort par le haut.

A, corps de pompe de la presse hydraulique. B, piston agissant dans la pompe. C, C, traverses fixées par des clavettes *a a*, l'une au bas du piston qui refoule le plomb, l'autre au petit piston ou porte-mandrin D. Ce piston est assez solide pour résister à l'effort de la pression sans être courbé ou brisé. EE, piliers ou grosses colonnes de fer serrés par des écrous et réunissant la presse hydraulique avec le cylindre à plomb. FF, tiges de fer dont les bouts taraudés reçoivent les écrous GG, pour assembler entre elles les traverses C, C. HH, cadre ou châssis destiné à guider la course de la traverse supérieure C. I, cylindre très-épais pour pouvoir résister à la forte pression qu'il éprouve; il renferme le plomb destiné à être converti en tuyau.

K', piston creux poussé par la traverse C et servant à refouler le plomb dans l'intérieur du cylindre I.

K, piston plein de la presse (fig. 400).

LL, collier entourant l'extrémité supérieure du piston D, pour maintenir sa verticalité et l'assujettir fortement au centre de l'appareil.

MM, vis de pression pour serrer le collier.

N, cavité pratiquée au bas du piston creux K, et par où sort le tuyau O, tel qu'il est formé dans l'appareil.

a a, clavettes pour assujettir les traverses C C, sur les pistons D et K.

b, bague ou filière à travers laquelle passe le tuyau et qui détermine son diamètre extérieur.

c, Mandrin conique engagé dans le piston D et servant à déterminer le diamètre intérieur du tuyau.

d, canal par lequel on fait couler le plomb fondu dans le cylindre I.

e, bouchon à vis pour fermer ce canal.

La figure 401 est une section verticale, et la figure 402 une section horizontale du piston creux K.

Fig. 404, section verticale, et (fig. 405) section horizontale du petit piston ou porte-mandrin D également creux.

Fig. 406, le mandrin vu séparément.

Fig. 407, petit piston ou porte-mandrin plein.

La figure 408, représente, en coupe verticale, une modification du précédent appareil. Le cylindre contenant le plomb, au lieu d'être fixe comme dans les figures 299 et 400, est mobile, et le piston est stationnaire et solidement attaché au sommier de la presse. Dans cette figure, le cylindre est au bas de sa course, et le mandrin est porté par une longue tige, tandis que dans la figure 408, qui est une section verticale du même appareil, le cylindre est plein et le petit piston est au moment de s'y engager.

A, figure 407 et 408, corps de pompe de la presse hydraulique. B, piston engagé dans cette pompe. C, seuil ou support poussé par le piston B. D, pièce formant le fond du cylindre mobile E, contenant le plomb. F F, tringles serrées par des écrous, réunissant le support C avec le cylindre. H, petit piston creux, solidement fixé au sommier I par des boulons à écrous K. L L, forts piliers en fer assemblant le sommier I avec le corps de la presse hydraulique. M M, écrous pour serrer ces piliers. N, porte-mandrin, dont le talon est réuni à une traverse O solidement fixée aux piliers L L par des vis de pression G G, comme le montre la figure 408. P, ouverture percée dans le sommier I, et correspondant avec celle du petit piston H : elle livre passage au tuyau à mesure qu'il est formé. Q, anneau métallique solidement fixé sur le corps de pompe et entourant le piston B. R, fig. 408, colonne creuse placée sur le seuil C et supportant le fond D du cylindre.

f, filière à travers laquelle passe le tuyau à mesure qu'il est formé.

g, mandrin.

Les figures 409 et 410 représentent, en élévation et en plan, la traverse O avec ses vis de pression.

Fig. 411 et 412, sections verticale et horizontale de la filière *f*.

Fonctions de l'appareil. — Le cylindre E ayant été rempli de plomb fondu qu'on introduit par le canal *d*, ce plomb s'y fige aussitôt. Alors, en faisant agir la presse hydraulique, le gros piston monte, comprime le plomb, lequel passe dans la tige creuse D, où se forme le tuyau à l'aide du mandrin *c*, pour sortir ensuite soit par le bas, soit par le haut de l'appareil. Lorsque le cylindre E est épuisé de plomb, on fait descendre le piston *k*, on verse de nouveau le métal dans le cylindre, et on recommence l'opération.

Cet appareil procure l'avantage de pouvoir changer la filière et le mandrin, et de les remplacer par d'autres d'un calibre plus fort ou plus faible, suivant la grosseur des tuyaux à fabriquer.

L'auteur assure que, au moyen des dispositions par lui employées, sa presse fonctionne avec facilité, sans avoir besoin d'un grand développement de force.

§ 18. POIDS DES TUYAUX EN PLOMB ET EN ÉTAIN.

On est souvent embarrassé pour savoir quel est le poids d'un mètre de tuyau en plomb ou en étain pour un diamètre et une épaisseur données; afin de faciliter la détermination de ce poids pour l'établissement du prix des conduites ou autres constructions, nous reproduirons ici les tableaux qui ont été dressés à cet effet par M. Lepan, manufacturier à Lille.

TUYAUX EN PLOMB.

Poids en kilogrammes du mètre, aux épaisseurs ci-après en millimètres.

Diamètres intérieurs en millimètres.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	12 et plus
3	0.35	0 65	1.00	1.45	1.95	2.50	3.15	3.85	4.65	6.15
6	0.55	1.00	1.40	1.95	2.55	3.30	4.00	4.80	5.75	7.80
9	0.80	1.30	1.90	2.55	3.20	4.00	4.85	5.75	6.80	8.80
12	1.00	1.60	2.30	3.10	4.00	4.80	5 75	6.75	7.90	10.20
14	1.15	1.80	2.60	3.40	4.30	5.30	6.37	7.40	8.60	11.20
17	1.40	2.15	3.00	4.00	5.00	6.00	7.20	8.35	9.70	12.50
20	1.60	2.45	3.40	4.50	5.55	6.75	8.10	9 30	10.70	13.80
24	1.90	2.90	4.00	5.20	6.40	7.80	9.20	10.60	12.10	15.50
27	—	3.30	4.50	5.70	7.10	8.50	10.00	11.50	13.10	16.80
30	—	3.50	4.90	6.30	7.70	9.30	10.90	12.50	14.30	18.40
33	—	3.90	5.30	6.80	8.40	10.00	11.80	13.60	15.40	19.40
37	—	4.30	5.90	7.50	9.15	11.00	12.90	14.80	16.80	21.30
40	—	4.70	6.30	8.00	9.85	11.75	13.70	15.80	17.90	22.50
45	—	5.00	7.00	9.00	11.00	13.20	15.20	17.40	19.70	24.50
50	—	—	7.80	9.90	12.10	14.30	16.70	19.15	21.50	26.70
55	—	—	8.50	10.80	13.20	15.60	18.10	20.70	23.30	28.60
60	—	—	9.20	11.70	14.20	16.80	19.50	22.30	25.10	30.80
67	—	—	10.10	12.90	15.70	18.50	21.50	24.50	27.50	33.90
73	—	—	11.00	13.90	16 90	19.90	23.10	26.30	29.60	36.40
80	—	—	12.10	15.20	18.50	21.80	25.20	28.70	32.20	39.50
90	—	—	13.50	17.10	20.60	24.30	28.10	31.90	35.80	43.90
100	—	—	14.90	18.80	22.80	26.90	31.00	35.20	39.40	48.10
109	—	—	16.20	20.40	24.70	29.20	33.50	37.90	42.60	52.60

TUYAUX EN ÉTAIN.

Poids du mètre aux épaisseurs ci-après.

Diamètres intérieurs en millimètres.	2.	3.	4,	5.	6.	7.	8.	9.	10.	12 et plus
3	0.25	0.40	0.65	0.90	1.25	1.60	2.00	2.50	3.00	4.00
6	0.35	0.60	0.90	1.25	1.70	2.10	2.55	3.10	3.70	5.00
9	0.50	0.85	1.20	1.60	2.10	2.60	3.15	3.80	4.40	5.70
12	0.65	1.00	1.50	2.00	2.50	3.10	3.70	4.40	5.00	6.60
14	0.75	1.20	1.70	2 20	2.80	3.45	4.05	4.75	5 50	7.20
17	0.90	1.40	1.90	2.55	3.20	3,85	4.60	5.40	6.20	8.00
20	1.00	1.60	2.20	2.85	3.60	4.25	5.15	6.00	7.00	8.90
24	1.20	1.80	2.60	3.35	4.10	5.00	5.90	6.80	7.75	9.80
27	—	2.10	2.90	3.70	4.60	5.50	6.70	7.50	8.50	10.75
30	—	2.40	3.20	4.10	5.00	6.05	7.00	8.05	9.20	11.60
33	—	2.50	3.40	4.40	5.40	6.40	7.50	8.65	9.90	12.40
37	—	2.75	3.80	4.80	5.90	7.10	8.25	9.50	10.80	13.70
40	—	2.95	4.05	5.15	6.35	7.60	8.80	10.10	11.50	14.30
45	—	3.30	4.59	5.70	7.00	8.40	9.80	11.20	12.60	15.70
50	—	—	4.95	6.30	7.70	9.20	10.70	12.20	13.80	17.00
55	—	—	5.50	7.00	8.50	10.10	11.80	13.35	15.00	18.50
60	—	—	5.90	7.50	9.10	10.80	12.50	14,30	16.10	19.80
67	—	—	6.50	8 30	10.10	11.85	13.80	15.70	17.70	21.80
73	—	—	7.30	9.20	11.10	13.20	15.20	17.40	19.50	23.40
80	—	—	7.70	9.90	11.90	14.00	16.10	18.40	20.70	25.30
90	—	—	8.60	10.90	13.25	15.60	18.00	20.50	23.00	28.10
100	—	—	9.60	12.10	14.60	17.20	19.80	22.50	25 30	30.90
109	—	—	10.40	13.20	15.90	18.60	21.50	24.30	27.30	33.30

§ 19. ASSEMBLAGE DES TUYAUX.

C'est ordinairement le plombier qui assemble les divers tuyaux qui servent à conduire l'eau, la vapeur ou les gaz. Ces tuyaux peuvent être en fonte, en tôle, en plomb, en étain ou en zinc, et il importe que celui qui fait cette pose connaisse les divers modes d'assemblages des tuyaux, quand ceux-ci sont composés de plusieurs tronçons ou pièces. On a proposé un grand nombre de procédés pour emboîter et assembler les tuyaux les uns dans les autres, ou les uns avec les autres. S'il fallait exposer tous les moyens pour cela, on ferait un ouvrage, nous nous contenterons donc de décrire trois des moyens les plus récemment indiqués et qui paraissent offrir de notables avantages.

1° *Réunion des tuyaux à douilles de jonction, par MM.* Bouillon *et* Moyne.

Les perfectionnements qui distinguent ce mode de réunion des tuyaux consistent dans les dispositions spéciales d'un double et d'un triple emboîtement formant une double fermeture maintenue par un pas de vis adhérant à la douille. Cette disposition rend impossibles toutes fuites extérieures, facilite la pose et présente un grande économie.

Cette douille peut être fabriquée en fer forgé, en fonte, en tôle, en zinc, en cuivre fondu et laminé, soit en employant chacun de ces métaux isolément, ou en faisant entrer l'un ou l'autre dans la composition de telle ou telle partie de la pièce.

Cette douille se compose de deux anneaux formés de viroles superposées ou fondues d'un seul jet en fonte, zinc ou cuivre ; chacun de ces anneaux doit se placer à l'extrémité des tuyaux à réunir et ne présenter qu'une seule pièce après cette réunion.

Lorsque les tuyaux destinés à être joints s'emboîtent l'un dans l'autre, ce qui arrive plus souvent pour les tuyaux en tôle, en feuilles de cuivre ou de zinc, l'anneau placé sur le petit bout de l'emboîture porte un talon dans sa partie inférieure pour former une feuillure dans laquelle vient s'introduire le grand bout d'emboîture de l'autre tuyau ; cette feuillure doit recevoir l'étoupe enduite de substances grasses, pour effectuer la première fermeture de la douille ; un pas de vis carré ou triangulaire, rapporté ou fondu avec la pièce, est à l'extérieur.

L'autre anneau porte aussi un talon, mais plus élevé, et

présente une feuillure plus large en rapport avec l'épaisseur de l'autre anneau qu'il enveloppe, et auquel il doit servir d'écrou, ayant pour cela des pas de vis intérieurs ; cette feuillure, devant être aussi garnie d'étoupe, reçoit l'autre anneau et opère la seconde fermeture.

Ces deux anneaux sont rivés, soudés ou maintenus de toute autre manière sur les deux tuyaux, le premier, comme nous l'avons dit, placé sur le petit bout d'emboîture, de manière à laisser le tuyau en saillie de 1 à 3 centimètres ; l'autre, placé sur le grand bout d'emboîture, affleurant le tuyau. On garnit d'étoupe enduite de minium, de céruse ou tout autre corps gras, le fond des deux feuillures ; on emboîte les deux tuyaux jusqu'au moment où la vis et l'écrou se touchent, on tourne alors l'un des deux bouts de manière à opérer la jonction par le pas de vis ; le contact des deux parties de la douille sur l'étoupe s'établit alors dans les feuillures, et, faisant pression, empêche toutes fuites extérieures.

Lorsque les tuyaux sont tout-à-fait cylindriques, ne portant pas de petits et grands bouts d'emboîture (ce qui est indispensable pour obtenir l'intérieur du tuyau sans saillie), nous rapportons sur l'un des tuyaux une virole en métal, laquelle est d'un diamètre intérieur suffisant pour emboîter l'extérieur de l'autre tuyau à réunir. Cette virole, comme dans la description précédente, s'introduit dans la feuillure du plus petit anneau de la douille, et le même effet se produit pour la fermeture, les deux parties de la douille étant disposées de la même manière.

La figure 413 représente en coupe longitudinale deux tuyaux en tôle A, sans saillie intérieure, avec un manchon B rapporté pour opérer leur jonction par la douille. D est l'anneau intérieur de la douille formant un filet carré, et E l'autre anneau formant écrou. Les feuillures pour placer l'étoupe sont indiquées par H.

La figure 414 est une coupe longitudinale de deux tuyaux A et B, à grand et petit bouts d'emboîture, et portant chacun un des anneaux D et E de la douille à filet triangulaire.

2° *Joints métalliques à cercles mobiles, de MM.* Laforest *et* Boudeville.

Dans ce système de joints breveté en 1851, représenté dans les fig. 415 et 416, on n'emploie ni plomb, ni chanvre, ni mastic. On fait cet assemblage en rapprochant bout-à-bout les tuyaux et les entourant d'une bague en deux parties qui sont boulonnées l'une sur l'autre et qui présentent sur leur pourtour, à l'intérieur, des entailles ou retraites circulaires dans

lesquelles se loge une bague qu'on enduit de suif ou autre matière grasse. Ces joints offrent beaucoup de facilité au démontage et au remontage, et en outre les boulons ne sont plus encrassés par l'emploi des mastics. Ils résistent en outre à toutes les pressions.

Nous avons aussi représenté dans les figures 415 à 419 divers modes de robinets, avec fermeture à cercle, pour la vapeur, le gaz et l'eau.

3° *Système d'assemblage, de* M. DELPERDANGE.

Le système d'assemblage de M. Delperdange est fort simple : les tuyaux cylindriques en fonte sont terminés, à chaque extrémité, par un bourrelet circulaire d'environ 1 centimètre de diamètre venu à la fonte ; c'est sur cette seule saillie que l'assemblage se fait, entre deux tuyaux semblables, au moyen d'une bande de caoutchouc vulcanisé, d'une largeur de 3 à 4 centimètres, qui est à la fois serrée contre les bourrelets terminaux des deux tuyaux à assembler, par un collier en fer, dont le serrage s'opère au moyen d'un boulon engagé dans les appendices de ce collier.

Si le collier fait porter exactement le caoutchouc sur tout le pourtour des bourrelets, si le caoutchouc ne peut, dans l'intervalle qui sépare les deux circonférences de contact, être trop distendu, s'il ne risque pas de se gripper entre les manchons de la bride lors du serrage, on doit s'attendre à obtenir d'un pareil système une excellente fermeture, qui présente, d'ailleurs, des avantages particuliers sur lesquels il convient d'appeler l'attention de la Société.

Fig. 420, vue d'une portion de tuyau en fonte A, terminée, à chacune de ses extrémités, par un bourrelet circulaire B.

Fig. 421, vue d'un assemblage rectiligne.

Fig. 422, coupe longitudinale de cet assemblage, suivant un plan passant par l'axe.

Fig. 423, section du même assemblage par un plan perpendiculaire à l'axe et mené suivant XV de la figure 421.

Fig. 424, coupe longitudinale d'un assemblage oblique.

Fig. 425, vue d'une portion de tuyau à bourrelet oblique pour l'établissement des coudes.

Fig. 421, 422, 423, A A', sont deux tuyaux assemblés.

B B', bourrelets des tuyaux A, A'. Les axes sont dans le prolongement l'un de l'autre, sans qu'il y ait contact entre les surfaces de raccordement ; de cette manière, l'écartement laissé entre les deux bourrelets rend l'assemblage moins rigide et lui permet de céder soit aux effets de la dilatation, soit aux mouvements de poussée du terrain.

i i, bague d'assemblage en caoutchouc vulcanisé. Elle porte d'une égale quantité sur chaque bourrelet dont elle prend sensiblement la forme, par suite de la pression que lui fait subir le collier de serrage C.

C, collier en fer, d'une largeur moindre que la bague de caoutchouc qu'il embrasse. Ce collier porte intérieurement sur ses bords deux nervures visibles, fig. 5, à l'aide desquelles, tout en maintenant le système de raccordement bien étanche et empêchant sa dislocation, il permet cependant aux tuyaux de pouvoir se mouvoir dans tous les sens. Le serrage est produit au moyen d'un boulon à écrou traversant les deux oreilles D, D'.

e e est une plaque en tôle (fig. 421 et 423) qu'on place sous les oreilles D, D', entre le collier C et la bague de caoutchouc *i i*, afin d'empêcher que, par suite du serrage, le caoutchouc ne vienne à se gripper et à se prendre entre les oreilles du collier en fer. Cette plaque doit être mince, de manière à pouvoir prendre la forme cylindrique voulue sous la seule pression du collier.

Lorsque les tuyaux ont un grand diamètre, le collier à oreilles est renforcé par des nervures placées sur la surface externe. Il doit toujours être galvanisé, ainsi que la petite plaque de tôte, afin d'être préservé de l'oxydation.

Si les liquides ou les gaz à conduire sont de nature à altérer le caoutchouc vulcanisé, on enveloppe les bourrelets des tuyaux avec une feuille mince de plomb, et c'est seulement sur cette feuille que vient se placer la bague en caoutchouc.

Fig. 424, dans le cas où, pour suivre les ondulations du sol ou pour toute autre cause, les axes des tuyaux ne doivent plus être en ligne droite, les bourrelets sont assemblés suivant un angle d'écartement. La bague de caoutchouc et le collier en fer ont alors une largeur plus grande du côté opposé aux oreilles D, D'.

Lorsqu'il s'agit d'établir des coudes, on assemble des tuyaux dont l'un, comme fig. 425, a le plan de son bourrelet incliné par rapport à l'axe. Cette disposition, qu'on peut faire varier soit en inclinant le plan du bourrelet, soit en donnant aux deux tuyaux les mêmes sections obliques, permet d'établir les coudes les plus forts.

§ 20. DES TUYAUX EN FONTE DE FER.

Les grandes conduites d'eau et de gaz se font le plus communément en fonte de fer et s'assemblent par emboîture, les joints se faisant comme on l'expliquera plus bas.

Dans certaines conduites, surtout pour le gaz, on se sert de tuyaux en tôle qui portent d'un bout un pas de vis et de l'autre un taraudage. L'assemblage se fait en vissant un tuyau dans l'autre. Pour les préserver de la corrosion, ces tuyaux sont enduits de bitume sur toute leur surface, et pour empêcher les fuites, on interpose un corps gras dans le pas de vis et on recouvre le joint d'une couche de bitume. Comme ces sortes de conduites ne sont guère du ressort du plombier, nous n'en dirons pas davantage et nous présenterons ici quelques détails utiles sur les conduites en fonte et leur mode d'assemblage.

Tableau du poids des tuyaux de conduite en fonte, de Paris, suivant leur longueur, diamètre et épaisseur.

Diamètre intérieur des tuyaux.	Poids d'un tuyau.	Epaisseur.	Longueur.	Diamètre moyen.	Poids utile.	Différence du poids total au poids utile
mèt.	kil.	mèt.	mèt.	mèt.	kil.	kil.
0.06	43.5	0.009	2.50	0.06450	32.842	10.608
0.08	60	0.0095	2.50	0.08475	45.550	14.450
0.10	78	0.0100	2 50	0.10500	59.404	18.596
0.15	120	0 0105	2.50	0.15525	92.224	27.776
0.20	170	0 0115	2.50	0.20575	133.863	36.137
0.30	270	0.0130	2.50	0.30650	225.423	44.577
0 35	335	0.0140	2.50	0.35700	282.762	52.238
0.40	390	0.0145	2.50	0 40725	334.082	55.918
0.50	530	0.0160	2.50	0 50800	459.841	70.159
0.60	710	0 018	2.50	0.60900	620.175	89.825

Ces tuyaux sont supposés à emboîtement ordinaire, et le poids utile de fonte, c'est-à-dire celui qui sert uniquement à la conduite, et non compris celui des emboîtures, y varie, comme on le voit, de 10 à 89 kilogrammes.

Les joints à emboîtement se font à l'aide d'une corde goudronnée, matée jusqu'au refus au fond de l'emboîtement et recouverte de plomb fondu que l'on introduit par une ouverture laissée à la partie supérieure du bourrelet de terre glaise dont on entoure la bouche de l'orifice. Voici, d'après M. Darcy, le prix en matière des joints de différents diamètres.

Prix de revient des joints et assemblage des tuyaux.

DIAMÈTRE des tuyaux.	POIDS de la corde.	POIDS du plomb.	VALEUR en argent.	TEMPS employé.	VALEUR en argent, travail compris.
mèt.	kil.	kil.	fr. c	heures.	fr. c.
0.081	0.15	2.22	1.34	1.15	1.80
0.108	0.19	2.96	1.78	1.35	2.32
0.135	0.24	3.31	1.43	1.55	2.05
0.162	0.30	4.18	2.53	1.85	3.27
0.190	0 35	5.09	3.08	2.15	3.94
0.216	0.38	5.73	3.46	2 50	4.46
0.350	0.55	10.06	6.04	3 90	7.60

Le plomb est compté à raison de 58 centimes le kilogr., la corde de 38 centimes, et le prix de l'heure de travail de 40 centimes.

Les fuites dans les tuyaux de conduite d'eau se ferment ordinairement avec un mastic composé de minium, mais M. L. D. Chatignier a inventé un nouveau mastic pour remplacer le minium pour la jonction des conduits de vapeur, d'eau, etc.

Voici les considérations sur lesquelles il s'appuie, et la composition du mastic.

L'importance de l'herméticité des joints de tuyaux pour conduites de vapeur, d'eau, de gaz, etc., est bien connue de chacun.

Les matières que l'on emploie dans ces divers cas, dans le premier surtout, doivent résister également bien à la chaleur et à l'humidité.

On se sert à cet effet de mastics divers dont le plus usité actuellement est le minium.

M. Chatignier est arrivé à composer un mastic très-malléable et qui, lorsqu'il est exposé à la chaleur humide ou sèche, devient d'une dureté, d'une résistance excessive et forme des joints parfaits, comme du reste l'expérience l'a démontré. Ce mastic qui donne des joints supérieurs à ceux du minium et d'une durée très-grande, a de plus l'avantage de coûter beaucoup moins que cette matière.

Le prix de revient du nouveau mastic n'est qu'un peu plus de la moitié de celui du minium. Voici de quels ingrédients il se compose :

On mélange à proportions égales en poids :

De la chaux,
du ciment romain,
de la terre glaise
et de la terre à brique ou terre grasse.

Ces matières, préalablement desséchées, doivent être broyées et tamisées avec soin, puis on les mélange d'une manière bien complète.

On ajoute alors à ce mélange une certaine quantité d'huile de lin dégraissée, dans la proportion d'environ un demi-kilogramme pour 3 kilogrammes de mastic.

Lorsque le mastic doit servir à la jonction des tuyaux de conduite d'eau, l'auteur préfère augmenter la proportion de ciment romain, relativement à celle des autres matières. Le ciment résiste mieux à l'action de l'eau.

§ 21. CLEFS A VISSER LES TUYAUX.

On a inventé pour visser les tuyaux en plomb, en fer ou autres les uns sur les autres, des clefs dont on a fait beaucoup varier la forme. Nous donnerons ici la description de deux modèles qui paraissent fonctionner très-bien et qu'il est par conséquent utile de connaître.

1° *Clef à visser les tuyaux à gaz*, *par* M. Rickard.

Cette clef, dont la figure 426 donnera une idée suffisante, et qui sert à visser les tuyaux à gaz et autres tuyaux, présente plusieurs avantages sur celles de forme ancienne. Une clef de ce genre peut visser très-serrés, des tuyaux de plusieurs grosseurs ou numéros, sans employer beaucoup de force, ce qui n'est pas le cas des anciennes clefs, qui, lorsque la mâchoire cannelée ou dentée vient à s'user ou que le tuyau est au-dessous des dimensions requises, obligent à mettre des hausses ou garnitures. Il n'en est pas de même avec la clef Rickard, qui peut être mise au point convenable en faisant mouvoir l'écrou A, à l'extrémité de sa mâchoire mobile B, qu'on peut relever pour permettre à l'ouvrier de placer la clef sur le tuyau, comme avec une ancienne clef. La gorge C, tournée sur l'écrou en laiton A, tombe alors dans la fourchette D, à l'extrémité de la mâchoire fixe E, et par le moindre mouvement imprimé à cet écrou on pince et

serre fortement le tuyau, qu'on peut alors visser fortement, en déployant peu de force et de la même manière que si on se servait d'une clef dite à écrou.

2° *Clef à visser les tuyaux, par M.* Read.

La figure 427 est une vue perspective de cette clef employée à visser un tuyau sur un autre.

La figure 428, une section de la clef, suivant sa longueur, et où l'on voit les pièces prêtes à entrer en fonction.

La figure 429, une section qui fait voir le cliquet hors de prise avec la crémaillère de la mâchoire mobile, afin de permettre d'ajuster, d'écarter ou de rapprocher celle-ci.

La particularité que présente cet outil consiste à avoir la tige de la mâchoire mobile qui passe dans une échancrure d'une pièce assemblée à pivot sur sa mâchoire fixe, et cette tige pourvue d'une crémaillère dans laquelle s'engage une palette ou un cliquet qui maintiennent dans la position convenable.

A, corps ou fût en métal de la clef; B, manche; C, sabot en fer roulant sur pivot *a* sur le fût; A, E, mâchoire mobile dont la tige D porte une crémaillère *h* sur son bord intérieur. Ce fût joue librement dans une échancrure *e e* découpée dans le sabot où il est retenu par les joues de celui-ci et arrêté, au besoin, par un encliquetage E. La tête de ce fût A est armée de dents, et constitue la mâchoire fixe de la clef, opposée à la mâchoire mobile E; *c* et *b*, petites traverses à l'intérieur du sabot C, entre lesquelles fonctionne l'encliquetage E et qui lui servent de guides; *g*, ressort plat arrêté en *f* (fig. 427), qui fonctionne sous la languette de l'encliquetage F, et la retient à sa place, afin de maintenir fermement la mâchoire mobile pendant qu'on fait usage de l'appareil.

Supposons, pour donner un exemple de la manière de se servir de cette clef, qu'il s'agit d'augmenter l'écartement des mâchoires pour saisir une plus grosse pièce. Dans ce cas, le fût A et la tige D sont pressés entre le pouce et les doigts de la main, de manière à leur faire la position indiquée dans la figure 26. Cette position a pour effet de faire remonter le ressort sur la languette F qui se trouve ainsi dégagée des dents *h*, et prend alors la position représentée. Dans cet état, la tige D de la mâchoire mobile E peut être poussée en avant ou ramenée, si l'on veut, en arrière, dans l'échancrure *e* du sabot C, c'est-à-dire qu'on peut augmenter ou diminuer ainsi la distance qui existe entre la mâchoire E et la tête armée de dents du fût. Cela fait, aussitôt qu'on dégage de la pres-

sion des doigts le fût A et la tige D, la palette O poussée par le ressort retombe en prise avec l'une des dents *h* de la crémaillère, et l'outil est prêt à servir.

Quand on veut agrandir ou diminuer l'ouverture des mâchoires, il faut tenir l'appareil horizontal, la mâchoire mobile en dessus et non pas en dessous, comme on l'a représentée dans la figure.

Au moyen de cette structure, les mâchoires de la clef ont une disposition à serrer fermement l'objet pendant qu'on relève le manche B. D'ailleurs on s'oppose à ce que la mâchoire mobile sorte au-delà du sabot, au moyen d'une clavette insérée dans sa tige. On fera remarquer que pendant que les mâchoires saisissent un tube, comme dans la figure 427, l'élévation du bras de levier tend à maintenir la palette F engagée dans les dents de crémaillère de la tige D, et par conséquent à donner plus de fermeté dans la manière dont les mâchoires saisissent l'objet.

Un autre avantage de la forme et de la position des mâchoires, c'est qu'elles peuvent saisir aussi bien un écrou, une tête de boulon, une pièce carrée ou hexagone de divers diamètres, qu'un tube rond, et les retenir avec autant de force, ce qui est pour une clef un mérite incontestable.

§ 22. APPAREIL POUR EMPÊCHER LES CONDUITES ET LES TUYAUX D'EAU DE CREVER PENDANT LES GELÉES.

M. A. Marpherson a inventé pour cet objet un appareil qui sera peut-être utile dans beaucoup de circonstances.

Nous laissons l'inventeur décrire lui-même son appareil :

« On a proposé des moyens nombreux pour mettre les conduites ou les tuyaux qui servent à distribuer les eaux, à l'abri de l'action de la gelée qui, la plupart du temps, les fait crever. C'est ainsi que quand ces tuyaux sont placés à l'extérieur ou à peu de profondeur dans le sol, on les a enveloppés de corps peu conducteurs de chaleur, comme le charbon, les cordes, la paille, etc., moyens peu efficaces dans les fortes gelées ; qu'on a recommandé de laisser ouverts partiellement les robinets de décharge, ce qui est fort incommode ou impraticable à cause des pertes d'eau qui en résultent ; qu'on a enfermé ces tuyaux dans les tuyaux dans les murs qu'ils ont souvent fait crever, etc.

» Il m'a semblé que le seul moyen d'arriver au but pour prévenir les effets de la gelée sur les tuyaux de distribution, était de les vider à l'aide d'un appareil qui fonctionnerait de lui-même lorsque la température descendrait au-dessous d'un certain degré ou qu'il commencerait à geler à glace.

» J'avais d'abord songé à un appareil établi sur le principe du thermomètre, mais sa construction et son emploi ont donné lieu à plusieurs objections très-sérieuses qui m'ont obligé d'abandonner cette forme. Sir David Brewster m'a conseillé alors de mettre à profit la dilatation des tiges métalliques comme dans les pyromètres; mais j'ai rencontré de graves difficultés pour régler l'action de ce pyromètre entre deux degrés spécifiques de température, ce qui m'a fait, à regret, renoncer à cette idée. Trouvant ces divers instruments inapplicables dans la pratique, j'ai songé à utiliser l'effet de certains liquides qui présentent quelque chose ressemblant à l'expansion subite ou augmentation du volume de l'eau à l'instant de la congélation, et j'avais même déjà entrepris des expériences à ce sujet, lorsque j'ai eu l'idée que de toutes les actions de ce genre la meilleure était, sans aucun doute, la force expansive de l'eau elle-même, au moment où elle se congèle. En cherchant à faire l'application pratique de cette idée, j'ai rencontré plusieurs difficultés que j'ai enfin surmontées en donnant à l'appareil les dispositions suivantes :

» Un tube de cuivre, de dimension convenable et pourvu à l'intérieur d'un piston, est rempli d'eau et fixé au point d'union du tuyau de distribution et de la conduite en plomb. Par suite du pouvoir conducteur du cuivre, qui est plus considérable que celui du plomb, l'eau dans ce tube se congèlera avant de se convertir en glace dans le plomb, et la dilatation verticale de la glace qui s'y forme soulèvera le piston et fermera le robinet d'alimentation pendant que l'eau dans le plomb sera encore liquide. D'après le principe analogue, l'eau de ce tube sera la première à revenir à l'état liquide quand la température se relèvera ; mais dans ce cas il n'est pas certain que le piston reviendra à sa première position et ouvrira le robinet. Il y a plus, c'est que quelque petit que soit le frottement combiné du piston et du robinet, il est certain qu'il ne pourra exécuter cette dernière manœuvre. En outre, comme le but principal de l'appareil est de vider le tuyau de distribution au moment où l'on ferme tout passage à l'eau sur la conduite, on voit qu'il serait nécessaire dans ce cas d'employer deux robinets, non pour chacune de ces fonctions.

» Pour obvier à cet inconvénient, j'ai préféré employer une soupape à double effet du genre Deule, indiquée dans les figures ci-après. Cet appareil, relativement à la simplicité d'action, est supérieur à un robinet, et ce qui est d'une plus grande importance, il exécute en même temps l'interruption

de l'alimentation de l'eau sur la conduite et la vidange du tuyau de distribution.

» La figure 430, section verticale de cet appareil.

» La figure 431, vue en élévation.

» A, conduite qui se recourbe au sommet de la soupape à double action B; C, tuyau de distribution montant au réservoir; D, décharge qui sert à vider ce tuyau; E, petit tube en cuivre, contenant une quantité déterminée d'eau, et porté par une petite traverse entre les tuyaux; F, piston plein, ajusté très-exactement dans ce tube en cuivre et agissant directement et de concert avec la soupape G; O réservoir d'air.

» Supposons que la gelée vienne à agir sur le petit tube en cuivre, l'eau qu'il renferme sera la première à se congeler, et en se dilatant à l'état de glace, elle soulèvera le piston qui, à son tour, lèvera la soupape de son siége et lui fera fermer avec une très-grande force l'extrémité recourbée de la conduite. Il y aura alors un passage ouvert entre la partie ascendante C du tuyau de distribution et la décharge D, à travers laquelle l'eau de C s'écoulera aussitôt. Par ce moyen l'alimentation sera interrompue, et le tuyau de distribution se videra en même temps. Aussitôt que l'eau du tuyau E reviendra à l'état fluide, la pression de l'eau dans la conduite A s'exercera sur la soupape, la baissera sur son siége en repoussant le piston, et l'eau passera de cette conduite dans le tuyau de distribution C comme avant la gelée.

» Ce mode de construction de la soupape est la seule difficulté qui reste encore relativement aux fonctions régulières de l'appareil. Il faut l'établir sur le tuyau de distribution à son point le plus bas, dans l'endroit où il pénètre dans les bâtiments; une cave, un cellier, une cour, ou toute autre situation exposée, est ce qu'il y a de mieux. Ce tuyau doit avoir une inclinaison en ce point, ainsi qu'on le pratique assez généralement pour pouvoir se vider complètement lui-même. Un instrument de ce genre pourrait être employé avantageusement aussi à indiquer l'approche de la gelée. »

§ 23. PLOMB DE CHASSE.

C'est ordinairement le plombier qui fabrique le plomb de chasse. Pour procéder à cette fabrication, les uns font tomber du plomb fondu qui s'écoule en gouttelettes d'une passoire d'une très-grande hauteur. Pendant sa chute ce plomb se fige en grains ronds qu'on reçoit dans l'eau et qu'on assortit ensuite par le crible. Les autres coulent le plomb sur des balais où il se divise en gouttelettes qui tombent dans

un baquet rempli d'eau qu'on agite sans cesse. Nous indiquerons ici le moyen perfectionné qui a été proposé pour cet objet, par M. Smith, de New-York.

Le caractère spécial de l'invention consiste à faire passer le métal fondu à travers un courant d'air animé d'une grande vitesse d'ascension, de manière que le métal, qui tombe en gouttes à l'intérieur d'une tour peu élevée, soit, dans sa descente, en contact avec une aussi grande quantité d'air que dans l'intérieur des hautes tours employées ordinairement. Par ce moyen, je fabrique le plomb granulé avec une moindre mise de fonds et à moins de frais qu'on ne l'a fait jusqu'ici, tout en obtenant un produit d'une qualité supérieure.

Fig. 431, coupe verticale d'un cylindre en tôle, monté en guise de tour dans l'intérieur d'un bâtiment; il peut avoir 50 centimètres de diamètre interne pour une hauteur de 15 mètres, et cette proportion environ pour des hauteurs plus considérables.

Fig. 432, coupe suivant la ligne AB de la figure 431.
Fig. 433, coupe suivant la ligne CD.
Fig. 434, coupe suivant la ligne EF.
Fig. 435, coupe suivant la ligne GH.

I est une bâche pleine d'eau, placée au bas de la tour.

a est un tuyau communiquant par un bout avec une machine soufflante ou ventilateur, et, par l'autre, avec une chambre annulaire *b*, dont le fond est supporté d'une manière convenable au-dessus de la cuve ou bâche d'eau I; la place intérieure forme une portion du passage pour le plomb qui descend. La face supérieure est percée de trous pour laisser passer, en le dispersant, l'air qui entre et qui monte, et la partie de l'anneau *b*, qui est près de l'eau, forme la base d'un cône tronqué, qui supporte un tour cylindrique en métal *d d*, qui, en *e e*, augmente de diamètre pour faire passer le courant d'air qui remonte à travers le cadre *ff*. Ce cadre *ff* supporte une colonne creuse *g*, dont la partie centrale reçoit la passoire *h*, qui peut être changée pour chaque grosseur de plomb, le diamètre de celui-ci étant déterminé par le calibre des trous dans le fond de la passoire, comme à l'ordinaire; et autour de la passoire *h*, règne une auge circulaire *i*. La tour, qui se termine en cet endroit, entoure ces pièces en prenant la forme d'un pavillon de trompette *k*.

Le but et l'effet de cet arrangement, est qu'en faisant passer le métal liquide à travers la passoire *h* dans le courant d'air ascendant, dans une tour haute de 15 mètres, et quand l'air remonte dans cette tour avec une vitesse double de celle du métal qui descend, l'air agit sur le plomb avec autant

d'énergie, et même avec plus d'énergie que si celui-ci traversait l'air stagnant contenu dans une tour haute de 45 mètres, ou même plus, dont la construction est si coûteuse. Les proportions de la tour devront varier suivant la plus ou moins grande rapidité du courant d'air ascendant.

Les gouttes de métal tombent à travers le centre ouvert de l'anneau *b*, dans l'eau de la bâche I ou, pour plus de commodité, un plan incliné *i* porte les grains de métal dans une cuve *m*, qui est placée vide, et retirée aussitôt qu'elle est pleine, à travers une porte pratiquée à cet effet dans le couvercle de la bâche.

§ 24. DE LA SOUDURE.

La plomberie ne consiste pas seulement dans l'art de travailler le plomb suivant les différentes manières que nous venons d'exposer; elle comprend aussi l'art de faire des soudures à l'effet de joindre le plomb avec le plomb, ou le plomb avec d'autres métaux; enfin, la manière d'appliquer la soudure à chacun de ces différents cas, quelles que soient d'ailleurs les diverses formes et positions que l'on peut faire prendre à ce métal.

De la soudure en général.

Le fer forgé est à peu près le seul métal qui puisse se souder avec lui-même. Pour souder les autres métaux, on emploie ordinairement un troisième métal, d'où il résulte un alliage qui jouit de la faculté de fondre avant les pièces qu'on veut réunir, et en même temps d'adhérer fortement contre elles.

De la soudure en particulier.

Le métal qui approche le plus de la nature du plomb, est, comme on sait, l'étain; c'est celui que les anciens appelaient autrefois *plomb blanc*, pour le distinguer de celui qu'ils appelaient *plomb noir*, et que nous appelons maintenant *étain*; mais ce métal seul, quand il est fondu, devient presque aussi liquide que l'eau, coule trop facilement, et ne peut, par conséquent, demeurer en place lors de son emploi, quoique cependant avec un peu d'adresse on peut en venir à bout; d'ailleurs, étant froid, il serait si dur qu'il ferait casser le plomb dans l'endroit où l'un et l'autre se joignent, ce qui arrive encore quelquefois, malgré les précautions que l'on prend; mais il est facile de corriger ce défaut en le mêlant avec du plomb.

Cet alliage est encore un art selon les lieux où on l'emploie, car, comme les soudures se font également sur des plans horizontaux, verticaux ou obliques, la soudure qui est trop facile à couler pour les uns est très-bonne pour les autres; et la dose de l'un et de l'autre est une connaissance nécessaire pour remédier à ces sortes d'inconvénients.

Autrefois la soudure ou l'alliage se composait de moitié de plomb et moitié d'étain; mais depuis, on a reconnu que la meilleure proportion était celle d'un tiers d'étain sur deux tiers de plomb, et souvent encore d'un quart de l'un sur trois quarts de l'autre; ce qui fait une soudure beaucoup plus difficile à fondre et à employer, mais qui, cependant, devient convenable dans certains cas, comme nous le verrons par la suite.

Des différentes soudures et de la manière de les faire.

Il y a plusieurs manières de faire les soudures : les unes se font sur des plans horizontaux; ce sont les plus faciles; les autres sur des plans verticaux; ce sont les plus difficiles; d'autres sur des plans qui participent des deux espèces, c'est-à-dire sur des plans plus ou moins inclinés. Celles-ci ne sont difficiles qu'autant que l'obliquité du plan s'approche de la perpendiculaire; c'est dans ce dernier cas qu'on emploie la soudure la plus dure à fondre comme coulant plus difficilement, et demeurant plus facilement en place..

Les soudures se divisent en deux espèces : les unes, appelées *soudures à côtes*, servent pour joindre les tables de plomb par leurs côtés, soit pour doubler l'intérieur des réservoirs, la superficie des terrasses, plates-formes, etc., soit pour des tuyaux que l'on appelle alors *tuyaux soudés*, dont nous verrons l'explication ci-après; les autres, appelées *soudures à nœuds*, servent non-seulement à joindre les tuyaux les uns au bout des autres pour des conduits d'eau, mais encore des corps de pompes, portes, clapets, calottes ou brides de cuivre au bout de ces mêmes tuyaux, enfourchements de pompe et autres pièces semblables.

Des soudures à côtes.

Lorsque l'on a deux tables à souder ensemble par leurs extrémités, on commence à gratter le plomb avec un grattoir jusqu'à ce qu'il devienne très-clair et très-brillant. La quantité à gratter est égale à la partie qui doit supporter la soudure : si le plomb n'a que 2 millimètres d'épaisseur, une soudure d'environ 54 millimètres est assez large; si le

plomb a 5 millimètres, la soudure doit avoir environ 81 millimètres, et le reste en proportion.

La même marche a lieu pour les tuyaux soudés, qui ne sont autre chose que du plomb en table, dont la largeur, relative à la circonférence du tuyau que l'on veut faire, est arrondie, repliée sur elle-même et *soudée à côte* comme dans l'opération précédente.

Cette opération du grattage, relativement à la soudure, est tout-à-fait indispensable; elle veut être faite avec soin, car le plomb et la soudure ne sauraient nullement adhérer ensemble pour peu que les pièces fussent un peu malpropres; il en est de même de toutes les autres soudures employées dans les arts.

Mais si le plomb qui a été gratté est d'une forte épaisseur, il est nécessaire, avant de le souder, de l'échauffer, et c'est encore une des conditions attachées à une bonne soudure. Les métaux qui sont très-minces reçoivent instantanément une chaleur suffisante pour faire prendre la soudure.

Mais il en est autrement des feuilles de plomb épaisses, semblables à celles dont nous parlons ici.

Dans ce cas, on les échauffe avec des torches de paille ou des charbons ardents placés au-dessus et autour de l'endroit qu'on veut souder, et même dans l'intérieur des tuyaux. Ensuite, après avoir saupoudré l'endroit de poix-résine, on jette dessus une ou plusieurs cuillerées de soudure liquide qui l'échauffe encore plus; on frotte les fers à souder sur le plomb; on manie et pétrit à plusieurs reprises la soudure en la mêlant avec la résine fondue, cette résine attire à elle les ordures et favorise l'adhérence de la soudure et du métal; on étame bien le plomb, on lie ensuite toute la soudure ensemble; enfin on chasse le superflu avec le fer même ou un tampon d'étoupe.

Il faut remarquer que s'il est tombé par hasard de l'eau ou de la poussière sur le plomb gratté, ou si on l'a laissé trois ou quatre heures sans l'étamer, la soudure ne peut plus y adhérer, et il faut absolument le regratter de nouveau afin de pouvoir l'étamer.

Un seul ouvrier ne saurait souder et faire chauffer les fers en même temps, surtout quand l'ouvrage est un peu long; il lui faut alors un manœuvre pour l'aider et lui porter de moments à autres un fer chaud, en reprenant l'ancien qu'il fait chauffer de nouveau.

Des soudures à nœuds.

Lorsqu'on veut faire des soudures à nœuds, dites ***nœuds***

de soudure, comme, par exemple, pour joindre deux tubes bout à bout, il faut, pour les préparer, les amincir sur leur circonférence chacun aux deux bouts qu'on veut réunir; on les gratte ensuite extérieurement, suivant la largeur qu'on veut donner au nœud, qui doit d'ailleurs être proportionné au calibre du tuyau : puis on les joint ensemble bout à bout en les faisant entrer un peu l'un dans l'autre, on verse de la soudure au-dessus, et, avec le fer à souder et de la résine, on étame en pétrissant, autant que possible, la soudure, et on ôte ensuite le superflu.

On a soin d'ailleurs, comme dans l'autre cas, de souder les tubes aussitôt après qu'ils ont été grattés; et si leur calibre intérieur ne passe pas 10 centimètres de diamètre, la soudure liquide que l'on verse dessus suffit seule pour l'échauffer; mais si le calibre est plus grand, alors on sera dans la nécessité d'avoir recours à un feu auxiliaire.

Les nœuds de soudure faits pour joindre le plomb avec le cuivre, ou le cuivre avec le cuivre, diffèrent seulement en ce que le cuivre est plus difficile à étamer; cependant on y parvient sans beaucoup de peine; mais alors il faut le faire par avance, d'abord en limant avec la lime ou la râpe la partie supérieure qui doit être soudée, ensuite on l'étamera en la frottant soit avec des étoupes ou tampons de filasse, soit avec des fers à souder; après cela on les réunit bout à bout et on procède à la formation du nœud.

Toutes les soudures des plombiers se rapportent à celle que nous venons de détailler; ce sont toujours des *soudures à côtes* ou *à nœuds*, qui se pratiquent au moyen des fers à souder, du porte-soudure, de la soudure liquide que l'on verse dessus l'objet; enfin de la résine qui sert à la faire couler. Toutefois, les soudures qui se font sur des plans inclinés sont non-seulement plus difficiles, mais encore font perdre beaucoup de soudure.

Soudure au chalumeau aerhydrique.

Ce nouveau genre de soudure a été imaginé par M. Desbassayns de Richemont, et quoiqu'il ne soit guère pratiqué que dans des ateliers spéciaux, nous en dirons toutefois un mot.

La flamme produite par des mélanges artificiels et forcés de gaz combustibles et d'air n'a servi pendant longtemps qu'à des épreuves de laboratoire. M. Desbassayns de Richemont a pensé qu'on pouvait l'appliquer aux arts, et parmi ces applications il l'a surtout employée à la soudure des métaux. En conséquence, il se sert de la flamme du chalumeau alimenté

comme on vient de le dire, pour chauffer et rougir au besoin les fers à souder des ferblantiers, des plombiers, etc. Les fers à souder ainsi chauffés, sont du reste employés comme ils l'ont toujours été dans ces différents arts. On peut aussi supprimer l'air qui alimente la flamme et ne faire usage que d'hydrogène plus ou moins carburé qui s'écoule des appareils sous une pression supérieure à celle de l'atmosphère, par des ajutages très-fins et produit une flamme d'une intensité remarquable.

Mais, une des applications les plus utiles des jets aerhydriques consiste à réunir par la fusion seule des morceaux de métal ou de métaux différents, sans l'intervention d'aucun autre métal plus fusible pour soudure. Cette réunion s'opère par la combustion de mélanges gazeux sous une pression de quelques centimètres d'eau et composés d'une part d'air et d'oxygène, soit purs, soit mêlés entre eux, et de l'autre de gaz ou vapeurs combustibles, notamment d'hydrogène carburé, etc., mélange qu'on opère avant ou pendant la combustion au moyen des appareils à chalumeau, tels que ceux de Hare, Clark, Nicholson, Daniell et autres.

Les proportions dans lesquelles l'air ou l'oxygène doivent être mélangés aux gaz ou vapeurs varient nécessairement avec la nature de ceux-ci, mais un genre d'essai qui suffira toujours pour guider l'opérateur dans la pratique, consiste à ajouter assez d'oxygène pour que, lorsque la partie la plus chaude et la plus réductible de la flamme, c'est-à-dire le sommet du cône blanc qui se forme à sa base, est appliquée sur un petit morceau de plomb décapé, le point frappé devienne immédiatement luisant comme de l'argent, bouillonne et commence à se volatiliser, ce qui colore la flamme en blanc violacé.

Ce mode d'essai sert aussi à reconnaître si les dards produits par insufflation de l'air ou de ses mélanges avec l'oxygène dans les diverses flammes ont une chaleur suffisante. S'ils n'étaient pas assez chauds, on y remédiera en ajoutant de l'oxygène.

La dimension à donner aux dards de flamme varient avec l'épaisseur et la forme des parties à réunir. Les trous des ajutages à combustion employés ont depuis 1/10 de millimètre jusqu'à 1/10 et demi. On se sert aussi avec avantage de plusieurs petits trous rangés sur une même ligne.

Lorsqu'on a de très-fortes pièces à souder, on les chauffe d'abord sur un foyer afin de diminuer la dépense en gaz.

La première opération à faire pour réunir deux morceaux de métal, de plomb par exemple, consiste à bien les décaper

ou gratter et à mettre en contact parfait, d'une manière solide, les parties à joindre.

On dirige ensuite la flamme de manière que l'extrémité du dard ou cône intérieur frappe et chauffe rapidement et à la fois deux points séparés très-voisins; d'abord, ils fondent séparément; mais bientôt, étant complètement lignifiés, ils se réunissent en un globule brillant, et il suffit, pour continuer de diriger à volonté l'agglomération, d'attirer ou de pousser la goutte fondue avec le dard intérieur de la flamme en la nourrissant au besoin, soit au moyen de grenailles du même métal, soit par des emprunts faits aux parties voisines.

On facilite beaucoup le travail dans la plupart des cas, en taillant, dressant et refoulant en biseau les deux parties que l'on veut réunir, et en les plaçant de manière à former entre elles une série de gouttières dont on commence à souder le fond et que l'on achève de remplir avec du plomb qu'on y ajoute. Il y a aussi des cas où l'on fond la gouttière tout entière pour rendre la soudure plus forte.

Lorsqu'on fait des soudures à plat ou qu'on répare des trous dans le plomb, des chaudières par exemple, on soutient le métal fondu avec un support en amiante ou tissu incombustible. A l'aide de ces précautions et d'un peu d'habitude, on opère facilement dans toutes les positions possibles.

Ce procédé est applicable à tous les usages de la plomberie, et particulièrement à la confection des chambres en plomb pour fabriquer l'acide sulfurique, de toutes les chaudières et vases divers exposés à l'action des acides, pour la fabrication des tuyaux de plomb soudés et physiqués, et la soudure bout à bout de toutes les conduites d'eau et de gaz.

Nous ne décrirons pas les appareils très-variés employés par M. Desbassayns de Richemont pour obtenir les divers gaz dont il se sert pour soudure, mais nous ferons connaître un appareil bien simple pour produire l'hydrogène qui sert à alimenter le bec du chalumeau avec ou sans mélange d'air ou d'oxygène, et qu'on doit à M. Eckel de Strasbourg.

On prend un vase en plomb, présentant la forme d'un cylindre assez haut et terminé par une base inférieure un peu large. On introduit dans ce cylindre environ 2 kilogrammes de grenaille de zinc ou de rognures de fer. Le cylindre est fermé par ses deux bases, et l'introduction du zinc ou du fer se fait par une espèce de bonde que l'on ferme ensuite. Le cylindre est placé verticalement. A la base supérieure se trouve un entonnoir par où l'on peut verser un liquide; ce liquide tombe sur un fond double intérieur et coule par un tube qui part de ce fond et va au fond du vase.

A cette même base supérieure se trouve ajusté un autre tube qui descend un peu au-dessous du double fond intérieur, et qui se termine en dehors par un tube élastique terminé lui-même par un chalumeau en cuivre.

On verse par l'entonnoir 10 litres d'acide sulfurique faible à 20 degrés ; il se forme de l'hydrogène, que l'on peut faire sortir par un chalumeau en ouvrant un robinet.

On allume le gaz et on a un dard de feu que l'on peut faire agir sur différents points, à cause de l'élasticité du tube qui porte le chalumeau.

Pour recommencer une autre opération, on fait écouler, par un robinet de décharge, placé à la partie inférieure, tout le liquide acidulé.

L'air ne peut jamais entrer dans l'appareil et occasionner d'explosions, parce que le tube qui se termine par l'entonnoir plonge toujours dans le liquide qui est au-dessous du robinet de vidange.

Au-dessus de ce robinet, se trouve un tamis où tombent les grenailles de zinc ou les rognures de fer.

§ 25. DE LA MANIÈRE DE SÉPARER LA SOUDURE DU VIEUX PLOMB.

La manière de séparer les soudures des vieux plombs, est fort simple : elle consiste à les environner de paille ou de charbon, auxquels on met le feu ; ce feu échauffe la soudure au point de la faire casser ou couler, et on aide la séparation, d'ailleurs, au moyen de quelques secousses par choc, données à la pièce ; ensuite on la ramasse pour la mettre à part ; car, quoique ayant servi déjà, et n'ayant plus autant de qualités que la nouvelle, elle ne laisse pas d'avoir encore une certaine valeur. Cependant, si on ne la séparait pas et qu'on la mît indistinctement à la fonte avec le plomb, elle lui ôterait sa pureté, et le rendrait dur et cassant. Pour en tirer parti, il faut donc, avant tout, en séparer les parties constituantes.

§ 26. DU ZINC.

Le zinc est un métal malléable, susceptible de prendre toutes les formes et de se réduire en tables aussi minces que celles de plomb.

Le directeur du Conservatoire des arts et métiers, voulant éprouver jusqu'à quel point le zinc laminé peut être employé en couvertures, fit, il y a 40 ans, les observations suivantes :

Il examina chaque jour quel effet produiraient, sur ce métal, les variations de l'atmosphère;

Il reconnut :

1° Qu'après les premières pluies, le zinc s'est couvert d'un oxyde blanc sur toute sa surface;

2° Que le vent et les pluies subséquentes n'ont enlevé que la couche supérieure et superficielle de cet oxyde, dont une partie a résisté et est restée adhérente à ce métal;

3° Que, dans l'espace de trois mois environ, il s'est formé successivement de nouvelles couches d'oxydation de plus en plus légères, sur les parties qui d'abord avaient été le moins oxydées, et à la fin il ne se formait plus d'oxyde;

4° Après le quatrième hiver passé, il s'est formé, sur toute la surface, une espèce de vernis naturel ou d'émail d'un gris-blanc et mat, sur lequel les eaux pluviales coulaient sans produire aucun effet. Ce vernis, à la couleur près, ressemble beaucoup à l'oxyde qui se forme sur le bronze, et que l'on nomme patine, et à la couche brune qui se forme sur le plomb.

Un chimiste a fait oxyder, par la vapeur et l'exposition à l'air, une pièce de zinc laminé, l'a essuyée et fait oxyder de nouveau pendant quelques jours, puis l'a trempée dans de l'acide nitrique : il a fait tremper aussi, dans le même acide, une pareille pièce de zinc dont la surface était neuve; il a observé que l'acide attaquait vivement la pièce de zinc neuve, et qu'il ne mordait qu'à peine, et plus à la longue, sur la lame qui était bronzée par son oxyde.

Tout ce que je viens d'annoncer est encore confirmé par ce qui est pratiqué à Paris dans quelques ateliers où l'on emploie de grands vases, des réservoirs et des fontaines en zinc. Les premiers jours, on hâte l'oxydation, et on la produit artificiellement; on essuie et l'on frotte fortement l'intérieur des vases, mais sans enlever le vernis qui s'est formé; on se sert ensuite de ces vases, et il ne s'y forme plus d'oxyde.

On a dit que le zinc, employé pour les couvertures d'édifices, pourrait présenter un grand inconvénient en cas d'incendie, qu'il s'enflammerait et brûlerait avec vivacité.

Il est connu que le zinc fondu dans un creuset, ou dans un four à réverbère avec le contact de l'air, ne s'enflamme pas à son simple état de fusion : on peut même le chauffer au point de le faire rougir, et il ne s'enflamme pas encore. Il faut pousser le feu jusqu'à ce qu'il passe du rouge au blanc, alors il s'enflamme, se volatilise et se répand dans l'air sous la forme d'un flocon aussi blanc et aussi léger que du

coton; dès qu'il est volatilisé sous cette forme de laine blanche, il est consumé et dépourvu de tout principe inflammable.

On a voulu comparer la ténacité du zinc avec celle du plomb : pour cela, on a pris deux bandes de l'un et de l'autre métal, dans les dimensions de 1 décimètre de longueur, 1 centimètre de largeur, sur 1 millimètre d'épaisseur; les extrémités étant chargées de soudures, pour les fixer par des étaux, on les a suspendues l'une et l'autre par leur extrémité supérieure, chacune à un point fixe; on a adapté, à l'extrémité inférieure de chaque lame, un étau à main, portant par en bas un crochet que l'on a chargé de poids. La lame de plomb a rompu une fois à 17, une autre fois à 19 kilogrammes de charge; celle de zinc a cédé sous l'effort de 112 kilogrammes la première fois, et de 115 la seconde. Ces deux bandes avaient été prises dans le sens de la longueur de la planche laminée. Une troisième bande prise dans le sens de la largeur de la planche a rompu par 110 kilogrammes.

Donc, en prenant 18 et 112 pour terme moyen, il s'ensuivrait que le zinc a une force 6 fois plus grande que celle du plomb, ou que la ténacité du zinc est à celle du plomb comme 6 est à 1. Il faut conclure de cette expérience, qu'une planche de zinc de 1 millimètre d'épaisseur a autant de consistance qu'une planche de plomb de 5 millimètres. Mais, en n'adoptant même que la proportion de 4 à 1, il reste démontré, à bien plus forte raison, que la planche de zinc, à 1 millimètre d'épaisseur, que l'on fournit pour couvertures, a plus de consistance qu'une planche de plomb à 3 millimètres d'épaisseur, qui est la force à laquelle on emploie le plomb laminé sur les bâtiments.

La ténacité du zinc étant beaucoup plus grande que celle du plomb, on peut employer du zinc laminé à 3/4 de millimètre d'épaisseur, où l'on emploierait du plomb à 2.5 millimètres d'épaisseur; il faut donc, dans le calcul de l'économie, établir le rapport de 7 1/2 : 11, qui est celui de la pesanteur spécifique, avec celui de 4 : 15, qui est celui que nous avons adopté pour l'épaisseur relative, et nous aurons le rapport suivant :

Le poids de 1 mètre carré de couverture en zinc est au poids de 1 mètre carré de couverture en plomb :: 30 : 165 ou 2 : 11.

Ainsi, toute partie de couverture qui coûterait en plomb 500 francs, ne coûtera en zinc que 200 francs de premiers déboursés, indépendamment de la grande différence des intérêts qui courront sur les deux capitaux, et de l'économie sur la force des charpentes.

§ 27. RAPPORTS D'ÉCONOMIE ENTRE LE ZINC ET LE CUIVRE.

Deux feuilles de la même épaisseur, l'une de zinc et l'autre de cuivre, offrent la même fermeté et la même résistance à la force qui tendrait à les plier, et pour les travaux des édifices, tels que les couvertures et les cheneaux, ces deux métaux peuvent être employés à la même épaisseur. Ainsi, les rapports d'économie ne sont composés que de leurs poids et de leurs prix relatifs.

Pour 200 mètres carrés en zinc, la dépense en capital et intérêts serait de. . . . . 20,025 fr.

Pour 200 mètres carrés en cuivre rouge, la dépense en capital et intérêts serait de. . . . . 59,250 fr.

Excédant de la dépense du cuivre sur le zinc, 39,225 fr.

Ainsi, la dépense d'une couverture en cuivre est à celle d'une couverture en zinc :: 3 : 1, à très-peu de chose près;

Et le poids d'une couverture en cuivre est au poids d'une couverture en zinc, à épaisseurs pareilles :: 250 : 186 ou :: 4 : 3.

Les cheneaux que l'on pose le long des toits, sont l'une des choses pour lesquelles les feuilles de zinc conviennent le mieux.

Pour cet usage on les fait de 25 centimètres de large, de 2 à 3 mètres de long, et d'un demi-millimètre d'épaisseur. Les 33 centimètres courants ne pèsent alors que 75 décagrammes. Ces cheneaux étant légers, surchargent peu les crampons; la longueur des feuilles fait qu'il n'y a de soudures que de loin en loin. Les cheneaux en plomb, ceux en fer-blanc, sont moins avantageux : les premiers sont trop pesants et plus chers, les derniers coûtent le même prix et sont trop promptement rongés par la rouille; mais il faut reconnaître que l'extrême dilatation du zinc le rend moins propre à cet usage.

Les tuyaux de descente d'eaux, destinés à faire passer les eaux du toit jusqu'au rez-de-chaussée d'une maison, doivent être faits en zinc plutôt qu'en cuivre, en plomb, en fer de fonte, ou en fer-blanc. Le cuivre est trop cher pour cet emploi, le plomb est trop lourd, il entraîne les crampons qui le soutiennent ou il se déchire; le fer de fonte, s'il vient à se briser dans les gelées, ne peut se souder sur place, il faut alors remettre des tuyaux neufs; le fer blanc est rempli de soudures de 40 en 40 centimètres, il se rouille et dure peu, et quand il est brisé, les morceaux n'ont aucune valeur. De pareils tuyaux en zinc n'ont pas un de ces inconvénients,

ils sont moins chers de moitié qu'en cuivre; plus légers, plus forts et par là moins chers qu'en plomb; ils peuvent se souder et se raccommoder sur place; ils n'ont de soudures que tous les trois mètres, et ne sont pas plus chers qu'en fer-blanc.

§ 28. MANIÈRE DE TRAVAILLER LE ZINC.

On peut donner au zinc plus ou moins de douceur et le disposer plus ou moins à être travaillé sous le marteau, en lui donnant un *recuit* sur un feu doux : on le fait chauffer à une température de 90 degrés environ, qui est un peu supérieure à celle de l'eau bouillante, ou jusqu'à ce que le soufre d'une allumette qu'on y applique puisse y prendre feu : alors on le travaille aisément, et il est plus facile à emboutir et à rétreindre sous le marteau. Après ce recuit, on peut le laisser refroidir et le travailler à froid; il a acquis par là plus de douceur, et, en cet état, il est propre à beaucoup d'ouvrages de ferblanterie. Si l'ouvrier a besoin de le contourner avec un pli double, ou une vive-arête, ou s'il est obligé de faire cela sur un toit, où il ne peut, comme dans son atelier, passer la feuille sur le fourneau, il a cependant, comme tous les plombiers, un outil à souder et un réchaud; il suffit alors qu'il échauffe, avec son fer à souder, la ligne du métal sur laquelle il veut faire un pli, en frottant deux ou trois fois le fer échauffé sur cette ligne, successivement sur une longueur de 33 centimètres environ, à mesure qu'il forme l'arête; le métal se trouve recuit par ce frottement de fer chaud, et il est disposé à se plier avec facilité. Quelques ouvriers ne manqueront pas d'objecter qu'il est bien plus aisé de tourner une feuille de plomb sur un toit. Cela est vrai, car ce métal est si mou, qu'à peine est-il nécessaire d'y employer le marteau, la pression des mains y suffit souvent; mais aussi l'ouvrage est d'autant plus sujet à des réparations continuelles par le défaut de ténacité de ce métal.

Si l'on voulait travailler dans un atelier un tuyau de zinc, on le ferait avec plus de facilité en le faisant traverser par une barre de fer un peu chauffée. Cependant les gros tuyaux d'un diamètre au-dessus de 7 centimètres se travaillent aisément à froid si le zinc a été recuit à un feu doux.

§ 29. MANIÈRE DE SOUDER LE ZINC.

La soudure s'en fait à l'étain pur. Il convient que l'ouvrier se serve d'un outil à souder en acier, pareil à celui que les

ferblantiers ont en cuivre, qu'ils font rougir et dont ils se servent pour étendre la soudure. Quand elle est bien faite, elle est d'une adhérence plus forte que celle du métal même.

Pour souder solidement, il faut commencer par nettoyer les deux places qui doivent être soudées l'une sur l'autre, les gratter avec un racloir et les découvrir à blanc, de manière que la surface soit bien métallique, et qu'elle ne présente aucune crasse ni aucune partie étrangère : puis on étame les deux parties avec de l'étain pur; dans cet état, on les rapproche l'une de l'autre, et avec une plume servant de pinceau, on étend sur le joint une goutte du fondant dont on va donner la composition. On prend ensuite l'outil à souder, qu'on a fait chauffer sur le réchaud, on le passe sur le joint une ou deux fois; la soudure coule, les deux parties étamées s'unissent entre elles avec une telle force, que l'on fait des efforts inutiles pour séparer les pièces à l'endroit de la soudure : le métal se rompt plutôt à côté.

Pour faire couler la soudure, on emploie la composition suivante : on fait dissoudre du sel ammoniac dans de l'eau, et de la poix-résine ou colophane dans de l'huile, on mêle ensemble ces deux dissolutions, et l'on se sert de ce mélange comme fondant, en l'étendant avec une plume ou un pinceau, sur le joint des deux pièces, que l'on a pressées l'une contre l'autre.

CHAPITRE II.

Objets auxquels le plomb et le zinc peuvent être employés.

§ 1. DES CUVETTES.

La confection des cuvettes, auxquelles on donne tantôt la forme d'un cône renversé, c'est-à-dire celle d'un entonnoir, tantôt la forme d'une hotte, pour pouvoir mieux les appliquer contre les murs, et quelquefois aussi celle d'un prisme triangulaire ou quadrangulaire, ne présente dans aucun cas la moindre difficulté.

Pour tracer une cuvette en forme d'entonnoir, on déterminera à l'avance le diamètre que l'on voudra donner à la plus grande ouverture ou base du cône renversé. On portera ce diamètre sur la nappe de plomb destinée à former la cuvette, en *a b*, par exemple, fig. 78; on partagera cette ligne

en deux parties égales, *ac* et *cb*; et du point *c*, comme centre, on décrira le demi-cercle *adb*, qui sera la courbe suivant laquelle on découpera la nappe de plomb pour avoir le bord supérieur de l'ouverture de l'entonnoir. Ensuite, du même point *c*, et avec un autre rayon égal au demi-diamètre de l'ouverture inférieure, on décrira l'arc *mfg*; on évidera le demi-cercle *c,e,f,g*, et la courbe *efg* sera le bord inférieur auquel devra s'ajuster le tuyau de descente. Cela fait, on relèvera la nappe, ainsi découpée, de dessus la table où elle aura été appliquée pour opérer, et l'on rapprochera les deux arêtes *ac* et *gb* pour les souder ensemble.

Le rapport qui doit exister entre les deux diamètres *ab* et *eg*, ne peut être constant, parce qu'il dépend du plus ou moins d'ouverture que l'on veut donner à la cuvette. Cependant, celui que nous avons indiqué est le plus grand que l'on puisse raisonnablement admettre, c'est-à-dire une partie pour le diamètre de l'ouverture inférieure et trois pour celui de l'ouverture supérieure, en supposant l'une de ces parties égale à la distance *fd* de la surface du cône.

Enfin, lorsqu'on voudra lui donner moins d'ouverture, il suffira de tirer des rayons tels que *ca'*, *cb'*, en place de ceux *ca*, *cb*; de découper la nappe de plomb suivant leur direction, et l'on diminuera ainsi d'autant le développement du pourtour et conséquemment l'ouverture supérieure du cône.

Les cuvettes à *hotte* sont formées de deux parties : l'une qui en est le dossier, est le côté qui doit être appliqué à plat contre le mur; l'autre est le devant, mais n'est autre chose qu'un demi-cône tronqué et soudé au dossier. On donne ordinairement à ce dossier 487 millimètres dans sa plus grande largeur.

Quant aux cuvettes qui affectent d'autres formes que celle d'un cône entier ou d'une hotte, notamment les cuvettes qui sont placées dans les coins ou angles formés par deux corps de bâtiments, elles se tracent toujours, lorsqu'elles ont une partie circulaire, d'après le même procédé que nous avons indiqué pour le cône entier; mais dans cette hypothèse, elles doivent avoir deux dossiers ou parties plates au lieu d'un. Souvent aussi les cuvettes sont triangulaires.

Enfin, lorsque les cuvettes sont destinées à être placées près des croisées, leur forme peut être celle d'un prisme quadrangulaire; mais, dans tous les cas, l'ouvrier le moins intelligent le sera toujours assez pour exécuter des tracés aussi simples, sans que nous pensions qu'il soit nécessaire d'indiquer ici la marche suivie pour y parvenir. Cependant, nous ferons remarquer que, indépendamment des côtés qui for-

ment les parois de ces cuvettes, il faut encore qu'elles aient un fond incliné et percé d'un trou circulaire auquel doit s'adapter le tuyau de descente.

Pour fortifier les cuvettes, on leur fait un *bourrelet* en abattant le bord supérieur avec un instrument de bois léger appelé *bourseau*, lequel n'est autre chose qu'une espèce de maillet; et lorsqu'elles sont destinées à servir d'entonnoir à des tuyaux de descente pour les maisons particulières (on peut aussi les employer dans les combles), on ne doit point omettre d'y introduire ce qu'on appelle vulgairement une *crapaudine* ou *pommelle*, espèce de plaque trouée qui se pose et se soude au fond de l'entonnoir, pour ne laisser passer que les eaux et retenir les corps étrangers qui pourraient s'introduire dans les tuyaux de descente et les obstruer.

Ce sont aussi les plombiers qui vendent les cuvettes de lieux d'aisance; cette vente a même donné lieu à une industrie spéciale qui se rattache à la plomberie. Mais en réalité l'art du plombier n'a que bien peu de chose à faire dans ces appareils

Généralement, aujourd'hui, ces appareils se composent d'une cuvette conique en faïence, fermée par le bas par une soupape en forme de sébille ou de plat qui peut contenir une certaine hauteur d'eau dans laquelle plonge l'extrémité inférieure de la cuvette, de manière à constituer une fermeture hermétique. Cette soupape est à bascule, c'est-à-dire qu'au moyen d'un mécanisme très-simple, renfermé dans une boîte en fonte, on peut abaisser cette soupape pour donner issue aux matières, et qu'un contre-poids la fait relever d'elle-même. On la manœuvre au moyen d'une tringle à poignée qui se lève au-dessus du siége.

Nous aurions beaucoup de peine à décrire les innombrables dispositions qui ont été inventées pour faire fonctionner la soupape, car c'est à peu près le mécanisme pour cet objet qui varie dans sa forme et dans sa manœuvre, et nous croyons devoir borner là ce que nous avions à dire sur ces cuvettes dont la forme en définitive est assez indifférente, pourvu que ce mécanisme soit solide, et à l'abri des gaz corrosifs, qu'il fonctionne bien et enfin que la fermeture de la soupape soit réellement hermétique.

§ 2. DES CHENEAUX, DES GOUTTIÈRES, DES NOUES, DES FAITAGES, ETC.

Toutes ces diverses parties, dont l'objet est de conduire les eaux loin des murs, ou de s'opposer à leur infiltration

dans l'intérieur des combles des bâtiments particuliers ou des édifices publics, sont d'une exécution fort simple en elle-même; car chacune de ces parties étant donnée, puisque les cheneaux, les combles, etc., se contruisent d'abord avec les matières qui leur sont propres, il ne s'agit que d'en prendre les développements, de reporter ceux-ci sur les nappes de plomb, pour les découper ensuite, et de les appliquer en dernier lieu sur les parties que l'on veut revêtir, en leur donnant toutefois les formes convenables, ce qui se fait à coups de battes et autres instruments semblables; après quoi l'on soude comme nous l'avons indiqué plus haut.

Quand on emploie le zinc à ces objets, les mesures à prendre sont à peu près les mêmes ; mais les feuilles superposées valent mieux que celles soudées. On doit en ce cas les fixer avec de petits crochets à têtes plates, ou bien avec des petits crampons de zinc s'agraffant l'un dans l'autre, et mettre sur les bords des pattes en fer étamé.

§ 3. DES COUVERTURES.

Les couvertures en plomb sont de deux espèces : l'une en ardoises de plomb ou zinc, et l'autre en nappes.

La première espèce se fait avec de petites tables de plomb découpées comme les ardoises ordinaires, et clouées de même sur la volige; mais on en fait rarement usage, si ce n'est dans les couvertures des flèches aiguës ou dans quelques autres circonstauces analogues.

Quant à la deuxième espèce, pour laquelle on se sert de nappes de plomb de 98 centimètres à 1m.30 en longueur et largeur, on l'emploie particulièrement dans les couvertures des dômes, des combles à surfaces planes ou courbes, des auvents, des terrasses, etc.

Pour découper les nappes, on développe d'abord les diverses parties à couvrir, et c'est au moyen de ces développements que l'on trace les panneaux sur les feuilles de métal, en ayant soin toutefois d'y comprendre les parties qui doivent se superposer. Ces panneaux s'appliquent ensuite sur l'aire destinée à les recevoir ; et, afin de bien les aplanir, de manière à ce que le plomb porte également bien partout, on les bat avec des battes plates ou rondes, selon le cas.

Les diverses pièces qui forment une couverture en plomb, peuvent être fixées sur les voliges par différents moyens : on peut faire usage de clous à tête étamée, sur laquelle on applique une soudure pour empêcher l'humidité de pénétrer, ou n'employer simplement que des clous ordinaires, dont on

recouvre la tête par une soudure. Quant à ce qui concerne leur jonction, on les place de manière à ce qu'elles se recouvrent un peu, et l'on soude ensuite. Mais comme dans ces sortes de couvertures, de même que dans toutes celles qui sont en métal, il faut prévoir et prévenir les inconvénients qui résultent des effets de la dilatation, il est préférable d'accrocher les feuilles les unes dans les autres au moyen d'un repli, ce qui permet à celles-ci de s'étendre et de mouvoir sans laisser pénétrer les eaux. (*Voyez* la figure 79.)

Bien que le plomb soit encore d'un usage assez général, il n'est cependant pas également avantageux dans tous les circonstances, principalement, dans son application aux couvertures des combles en charpente; outre qu'il est très-dispendieux, il a l'inconvénient de les charger considérablement, et de rendre les constructions dans lesquelles il est employé en grande quantité, inabordables en cas d'incendie, parce qu'il se fond facilement, et que son écoulement peut entraîner à de graves inconvénients, dont le moindre est sans contredit de retarder l'extinction du feu. Cet effet a plus d'une fois été observé dans les constructions anciennes; on a remarqué aussi que, dans ces sortes de couvertures, le plomb peut être percé par les vers qui travaillent dans l'intérieur des charpentes qui sont faites en bois susceptible d'être attaqué par ces insectes, ce qui donne lieu à des infiltrations préjudiciables, surtout lorsqu'elles sont situées dans la partie de la toiture destinée à recueillir les eaux. Dans ce cas, on peut le remplacer avec avantage par le cuivre, qui est le meilleur de tous les métaux propres à former des couvertures; et bien qu'il soit beaucoup plus dispendieux que le plomb, il doit y avoir à la longue quelque économie à l'employer, parce qu'il conserve aussi sa valeur intrinsèque, qu'il n'exige aucun entretien, qu'il charge moins les charpentes, attendu qu'il peut être utilisé en feuilles beaucoup moins épaisses; et qu'enfin il n'est sujet à aucun des inconvénients signalés plus haut. On le remplace aujourd'hui par des feuilles de zinc. Le prix est inférieur à celui du plomb.

Indépendamment de toutes les raisons qui motivent la préférence que l'on accorde maintenant à certains métaux sur le plomb, on a aussi objecté, et c'est avec raison, qu'ayant une valeur intrinsèque qui ne diminue guère, même après son emploi, il a souvent excité la cupidité des malfaiteurs, et donné lieu à des vols parfois très-considérables; aussi le prodigue-t-on moins aujourd'hui qu'on ne le faisait autrefois, non-seulement pour les couvertures, mais pour les tuyaux de conduite et de descente, où il peut être avantageusement

remplacé par le zinc ou par le fer-blanc, et mieux encore par la fonte. Toutefois, nous sommes loin de vouloir l'exclure entièrement des constructions; nous n'ignorons pas qu'il est des circonstances où il serait difficile de le remplacer.

Depuis les premières éditions de ce Manuel, l'expérience a démontré que les feuilles de cuivre l'emportent sur le plomb, sous tous les rapports, dans les grandes constructions, mais le zinc est devenu d'un emploi si fréquent que son prix a presque doublé.

Les couvertures en zinc ont pris une grande extension. Le plus ordinairement, dans ce genre de couvertures, on emploie, pour réunir les feuilles de zinc entre elles, des tasseaux en bois, de forme quadrangulaire ou en dôme. Les bords des feuilles de zinc sont relevés et adossés contre le tasseau, lequel est, à son tour, recouvert d'une feuille de zinc qui se rabat, à ses extrémités, sur les bords des feuilles de zinc formant la toiture, et sert à les maintenir contre le tasseau.

A l'état normal, ce mode de jonction des feuilles de zinc est suffisant; mais si une pression quelconque, telle que celle du poids d'un homme, et cela est fréquent sur les terrasses, vient à s'exercer sur le tasseau, les bords ne se trouvant plus maintenus, tendent eux-mêmes à quitter le point d'appui.

L'eau et les ordures, qui séjournent habituellement sur les toits ou sur les terrasses, pénètrent alors entre les joints et dégradent promptement les parties que les feuilles de zinc devaient protéger.

Pour remédier à ces inconvénients et rendre les couvertures en zinc tout-à-fait parfaites, M. Gardissal a eu l'idée de remplacer le tasseau plein, ordinairement employé, par un tasseau de la forme indiquée, fig. 436, c'est-à-dire par un tasseau évidé.

Ce tasseau est enveloppé par une feuille de zinc *b*, dont les extrémités *c*, *c* se rabattent dans la cannelure du tasseau A. Etant ainsi enveloppé, au lieu de faire appuyer les bords *a a*, des feuilles de zinc D, D, de la couverture, comme nous l'avons dit plus haut, on met le tasseau à cheval sur ces feuilles de zinc, de manière que les bords *a*, *a*, relevés d'ailleurs comme d'habitude, se trouvent dans la cannelure. Par ce moyen, on n'a plus à craindre aucune dégradation.

En effet, le tasseau complètement enveloppé de zinc n'a rien à redouter de l'humidité et, une fois en place, il ne peut se déranger, et les feuilles de zinc de la couverture ne peuvent se disjoindre, puisqu'elles se trouvent retenues dans son intérieur. De plus, la pression, loin de nuire à la couverture,

comme dans le système actuel, ne peut que la consolider, car elle ne peut que faire adhérer plus fortement ensemble la feuille de zinc qui enveloppe le tasseau et celles de la couverture. On n'a pas à craindre, non plus, que ce tasseau ainsi évidé ou cannelé, soit moins solide que les pleins, car les feuilles de zinc, rabattues dans la cannelure, lui donnent au contraire plus de force. Enfin, rien n'empêche, avec ce système, de faire usage, comme par le passé, de soudures ou d'agrafes, quelles qu'elles soient.

Nous indiquerons encore ici la manière de faire un chaîneau bien étanche contre les infiltrations. La figure 437 en donnera une idée suffisante.

Les feuilles de zinc qui viennent surplomber le chaîneau sont bordées et ont en dessous, sur leur bord, une forme courbe pour faire larmier, et celle qui constitue le chaîneau lui-même est pliée en forme de U avec deux ailes qui sont clouées sur les solives, les pureaux, etc., de la charpente.

Aujourd'hui le zinc a été employé pour la couverture d'immenses bâtiments établis aux embarcadères et aux stations de chemins de fer, pour abriter de grandes usines, pour doubler les navires, pour couler de très-belles statues, des fontaines, des objets divers d'art, en remplacement du bronze, pour recouvrir le fer et le soustraire à l'action de l'air, pour graver et imprimer en taille douce, etc. Mais la première seule de ces applications intéresse le plombier, encore en est-il beaucoup qui, sous le nom de zingueurs, s'appliquent exclusivement à ce genre d'industrie, qui, par le développement qu'il a pris depuis, exigerait à lui seul un Manuel pour en connaître tous les détails.

En attendant, nous donnerons ici le tableau des différents numéros sous lesquels on trouve communément le zinc laminé dans le commerce, tant pour couverture que pour autres objets, avec le poids moyen des feuilles de 2 mètres de longueur sur 80 centimètres de largeur.

NUMÉROS des feuilles de zinc.	POIDS MOYEN des feuilles de 2 mèt. × 0m.30.
9	6kil.50
10	7 . 65
11	9 . »
12	10 . 50
13	11 . 75
14	13 . »
15	14 . 20
16	15 . 60
17	18 . »
18	20 . 50
19	19 . 23
20	26 . »

Les feuilles des nos 15, 16, 17 et 18 sont celles qui sont les plus propres au doublage des vaisseaux; celles des nos 13, 14 et 15, à la couverture des bâtiments, cuvettes, tuyaux de descente, etc.

§ 4. DES BASSINS ET DES RÉSERVOIRS.

Les feuilles de plomb employées pour les bassins et les réservoirs doivent être appliquées sur une aire en maçonnerie bien plane; elles se soudent ensuite.

On fait aussi des réservoirs en charpente, que l'on recouvre également avec du plomb en table.

S'il s'agit de réservoirs à placer sur les toits, on peut les faire en zinc no 14, avec un bourrelet dans lequel est renfermée une tringle de fer; s'il s'agit de réservoirs sur le sol et surtout sous terre, le zinc doit être réjeté, car il pourrit en peu de temps.

§ 5. OBSERVATIONS GÉNÉRALES SUR L'EMPLOI DU PLOMB ET DU ZINC.

Les plombs employés pour les travaux, doivent être de la meilleure qualité, bien épurés et bien doux, ni graveleux ni terreux, sans crevasses ni soufflures.

On préfèrera à tout autre, celui qui aura été coulé sur

pierre ou sur toile, et non laminé, afin de mieux conserver l'agrégation des molécules.

Dans les travaux par entreprise, le plomb et la soudure employés pour scellement ou réparations, se pèsent avant leur emploi, et se paient au kilogramme, compris la main-d'œuvre du scellement ou du soudage, et l'on déduit du poids trouvé, ce qui reste du métal après l'ouvrage achevé.

Les plombs en nappes et tuyaux se paient également, toute fourniture de soudure, etc., et toute main-d'œuvre comprises. Les prix varient selon qu'ils sont avec ou sans soudure. Enfin les vieux plombs se reprennent par les plombiers lorsqu'il s'agit de réparations. Ils se remplacent par un poids égal de plomb en œuvre, façonné et mis en place sous la forme convenable ; et celui-ci se paie au même prix que les plombs neufs, diminué d'une quantité constante, qui est calculée d'après la valeur du plomb dont on a retranché le déchet du métal.

Quant au zinc, il est toujours laminé et numéroté. Il faut, pour être sûr de ne point se tromper, spécifier dans le marché le n° du zinc qui doit être employé et en prendre un échantillon pour être comparé avec celui mis en œuvre ; cela est d'autant plus important que l'on trouve souvent des feuilles qui n'ont pas la même épaisseur partout, quoiqu'elles aient le même poids entre elles, et que cela sert quelquefois de prétexte au fournisseur pour placer des feuilles plus minces que celles du numéro convenu. Avec la précaution que nous indiquons, le plombier sachant que toute erreur ou toute fraude est impossible, mettra de côté les feuilles ou parties de feuilles défectueuses, et chacun aura son compte.

§ 6. DE L'ÉTAMAGE DU PLOMB.

Le plomb peut s'étamer comme le cuivre ; on appelle cette opération *blanchir le plomb*, mais il est peu de circonstances qui nécessitent ce surcroît de dépense.

Le procédé employé à cet effet ne présente aucune difficulté; il suffit pour cela d'étendre la feuille de plomb que l'on veut blanchir, sur deux tréteaux, et de placer dessous un petit réchaud rempli de charbons ardents, afin de l'échauffer pour faciliter la fonte de l'étain que l'on jette dessus après lui avoir fait subir, toutefois, une première préparation.

Cette préparation consiste à mettre d'abord l'étain en fusion dans une marmite, et à le jeter ensuite par petites cuillerées sur une table très-propre, pour lui laisser le temps de

se refroidir un peu, parce que si on le jetait, immédiatement après avoir été fondu, sur les feuilles que l'on veut étamer, il arriverait que celles-ci se *persilleraient* ou se fendraient dans les endroits où la matière en fusion serait en contact avec le plomb.

Lors donc que l'intensité de la chaleur des petits éclats d'étain sera suffisamment diminuée, on les éparpillera sur la feuille de plomb échauffée préalablement, et comme l'étain fond beaucoup plus vite que le plomb, les petits éclats ne tarderont pas à se dissoudre complètement en globules qu'on étendra sans perdre de temps, au moyen d'une poignée d'étoupes, trempée dans de la poix-résine, afin de la graisser un peu. L'étain, ainsi étendu sur le plomb, ne tardera pas à s'y imprégner et s'y attachera même en aussi grande quantité qu'on le voudra.

Cette opération terminée pour une partie, se recommence pour une autre de la même feuille, et ainsi de suite pour le tout; après quoi on la roule, le côté étamé en dedans pour ne point le salir, et de manière à pouvoir transporter la feuille sans l'abîmer.

Enfin, quelle que soit l'étendue de la feuille de plomb que l'on aura à étamer, on observera une marche analogue à celle que nous venons d'indiquer; et lorsqu'on aura à blanchir les ornements, on se guidera aussi suivant le même principe, c'est-à-dire qu'il suffira de les échauffer, n'importe comment, avant de les couvrir d'étain.

APPENDICE.

Table des dilatations linéaires qu'éprouvent différentes substances, depuis le terme de la congélation de l'eau jusqu'à celui de son ébullition, d'après MM. Laplace *et* Lavoisier.

Noms des substances.	Dilatations en décimales.	Dilatations en fractions ordinaires.
Acier non trempé. . .	0.0010791	$1/927$
Argent de coupelle. .	0.0019097	$1/523$
Cuivre rouge.	0.0017173	$1/382$
Cuivre jaune.	0.0018782	$1/533$
Etain de Falmouth. .	5.0021738	$1/462$
Fer forgé.	0.0012205	$1/319$
Fer passé à la filière.	0.0012350	$1/312$

Noms des substances.	Dilatations en décimales.	Dilatations en fractions ordinaires.
Flint-glass anglais. . .	0.0008117	1/1248
Or de départ.	0.0014661	1/682
Or au titre de Paris. . .	0.0015515	1/646
Platine.	0.0008565	1/1167
Plomb.	0.0028424	1/354 (1)
Verre de Saint-Gobain.	0.0008909	1/1122
Le mercure se dilate en volume depuis zéro jusqu'à + 100°. . .	0.018018	100/5550
L'eau de.	0.0433	1/23
L'alcool de.	0.10000	1/9
Tous les gaz de. . . .	0.375	100/267

Table qui indique le poids que peuvent soutenir des barres de différents métaux d'un centimètre d'équarrissage.

	kilog.
Or tiré.	818.59
Argent tiré.	1020.74
Cuivre rouge.	2522
Acier non trempé.	8286
Acier trempé revenu jaune.	10000
Fer forgé.	3000
Fonte de fer.	2540
Etain.	414
Plomb.	122
Zinc.	152

(1) Celle du zinc, qui n'est pas comprise ici, est plus du double de celle du plomb.

CHAPITRE III.

Vocabulaire du Plombier.

Ajoutoir. Pièce de cuivre ronde et à jour, que l'on soude à l'extrémité des conduites des jets d'eau, et qui en forme la gerbe.

Ajutages. Petits tuyaux de fonte de formes différentes, telles que têtes d'arrosoirs, etc., qu'on ajuste au bout des tuyaux de fontaine pour donner à l'eau diverses directions.

Alliage. Combinaison métallique, ordinairement obtenue par fusion. La densité d'un alliage est quelquefois plus grande et quelquefois plus faible que celle de ses composants. Quand on expose les métaux à l'action de l'oxygène du chlore ou de l'iode à une température élevée, ils prennent feu, et, en se combinant, ils sont convertis en corps d'apparence terreuse ou saline, privée d'éclat et de ductilité. On peut faire des alliages de plomb et d'étain; plomb et cuivre; plomb, cuivre, étain; plomb, antimoine, étain; cuivre, étain, zinc; cuivre et zinc; étain et zinc; plomb et zinc; et beaucoup d'autres qui passaient pour douteux, s'effectuent, mais avec beaucoup de précaution, sans aucune utilité pour le plombier, ce qui nous dispense d'entrer ici dans des détails qu'on trouvera dans le *Manuel des alliages métalliques*, qui fait partie de l'*Encyclopédie-Roret*.

Amboutir. C'est rendre une pièce de plomb ou de tout autre métal, convexe d'un côte et concave de l'autre.

Aplomb. Se dit d'un tuyau qui ne penche ni d'un côté ni de l'autre; c'est le synonyme de *vertical*.

Ardoise de plomb ou de zinc. Morceau mince et découpé comme les ardoises ordinaires, carrément ou en forme d'ovale.

Arêtier. On donne ce nom aux bandes de métal qui recouvrent les arêtiers des combles.

Attelles. Ce sont deux morceaux de bois creux qui, étant mis l'un contre l'autre, forment une poignée servant à prendre les fers soudés.

Attisoir. Barre de fer crochue par un bout, dont on se sert pour attiser le feu.

Auge. Vase de cuivre jaune, placé au haut du moule où

l'on coule les tables avant de les laminer ; son objet est de recevoir le plomb qui est dans la chaudière, par le moyen d'un canal de tôle portatif qui le lui transmet, pour le verser ensuite sur le moule ; ce qui se fait par l'entremise de deux bascules que les ouvriers font mouvoir pour renverser l'auge qui contient le plomb.

Auget. Petit baquet de bois pour recevoir et gâcher le plâtre qui sert aux plombiers pour fixer et poser les tuyaux.

Baguette. C'est l'ourlet qui résulte de l'assemblage de deux tables de plomb accrochées l'une dans l'autre ; ce qui tient lieu de soudure.

Bâton à labourer. Ce bâton, aminci par un bout, sert pour labourer le sable sur lequel on coule le plomb en table.

Batte plate. Demi-rondin de 81 millimètres de large et 325 millimètres de long, y compris le manche ; le tout d'une seule pièce. Les plombiers en font usage pour dresser les tables de plomb, en les battant par le côté qui est plat.

Batte ronde. Elle diffère de la batte plate en ce que le rondin est entier. On s'en sert pour former des tuyaux ou autres ouvrages en plomb, dont les formes sont arrondies.

Bavette. Bande de plomb qui couvre les bords des lucarnes ou des cheneaux.

Boulon. Noyau de fer rond, placé au centre du moule à faire les tuyaux de plomb sans soudure.

Bourrelet. Replis que l'on fait sur les bords d'une plaque de plomb ou de zinc pour la fortifier.

Bourrer. Les plombiers disent que leur plomb bourre lorsqu'il s'arrête sur le sable, et qu'il forme ce qu'ils appellent des *marrons*.

Bourseau à battre. Instrument de bois léger, espèce de batte, servant à faire le bourrelet des cuvettes.

Bourseau rond. Instrument de bois, plat d'un côté, arrondi de l'autre, servant à battre et à arrondir les tables de plomb pour en faire des conduits, etc.

Branches de tuyaux. Plusieurs tuyaux joints ensemble par des nœuds de soudure.

Brasier. Pour accélérer la fonte du plomb, on peut employer deux brasiers : l'un se place alors dessus la chaudière et l'autre au-dessous.

Brides. Etriers serrés par des vis à écrous qui remplacent quelquefois les nœuds de soudure pour fixer des branches

de tuyaux ; et pour empêcher que les eaux ne filtrent à travers les joints, on interpose, entre les tuyaux et les brides, une bande de cuir.

Buveau ou *Beveau*. Sorte d'équerre à branches mobiles propre à mesurer les angles.

Caler. On cale les tuyaux de distance en distance pour qu'ils ne s'affaissent pas par leur propre poids, ce qui les ferait crever.

Cendrées. Mélange de charbons et de crasses qui viennent à la surface du plomb mis en fusion. Dans aucun cas on ne doit les y laisser.

Chappes. Ce sont les deux poignées qui servent à fermer ou à ouvrir le moule dans lequel se fondent les tuyaux.

Charbon. Lorsqu'il est incandescent, on en jette dans le plomb pour le revivifier.

Charnières. Les charnières des moules à tuyaux, ainsi que ses chappes, se font ordinairement en cuivre jaune.

Châssis. C'est la bordure d'une table à couler le plomb. Cette bordure retient le sable sur lequel on verse le plomb, et détermine les dimensions que l'on veut donner à la pièce que l'on coule. Les deux grands côtés du châssis se nomment *éponges*, et soutiennent le râble à une hauteur convenable relativement à l'épaisseur que l'on veut donner à la table.

Le châssis d'un laminoir est l'endroit où les tables se laminent.

Chaudière. Vase dans lequel on fond le plomb ou la soudure.

Chéneau. Canal en bois ou de maçonnerie revêtu de plomb, posé sur la corniche des bâtiments, et destiné à recevoir les eaux du toit pour les diriger ensuite vers les cuvettes et les tuyaux de descente.

Chevalet. Les chevalets servent pour supporter les tuyaux que l'on veut souder. On s'en sert aussi comme moyen d'exhaussement.

Ciseau. Instrument employé pour gratter le plomb aux endroits des soudures, et pour fendre les tables.

Clavette. Espèce de clou que l'on met dans les chappes du moule à couler les tuyaux pour empêcher qu'elles ne se séparent.

Compas. Instrument qui sert à décrire des cercles, prendre des longueurs, etc.; il doit être en fer. Pour aciérer les

pointes, on les fait rougir au feu, et on les trempe dans de l'huile ou du suif.

Côtières. Ce sont les deux parties d'un moule : elles doivent se séparer pour en ôter le tuyau.

Couper le plomb. Le plomb en table se coupe avec un ciseau et à coups de maillet. Les tuyaux se coupent de la même manière ; mais il faut y introduire d'abord un rondin pour maintenir le plomb et empêcher qu'il ne ploie par l'effet des coups de maillet.

Couture. C'est la ligne de jonction formée par deux bandes de plomb. Ces bandes sont quelquefois soudées ensemble ; d'autres fois on les fixe l'une sur l'autre avec des clous ; mais la meilleure manière d'éviter ces sortes de raccordements, est sans contredit celle que nous avons indiquée à la page 331, § 14 et 15.

Crapaudine. Plaque de plomb à jour, que l'on met dans les cuvettes pour n'y laisser passer que les eaux.

Crasses ou *Ecumes.* Ce sont les parties de plomb qui ne peuvent se fondre. Lorsqu'il s'en trouve dans les chaudières, on les retire par le moyen d'une écumoire pour les revivifier ensuite au creuset.

Cuiller. Les plombiers se servent de trois sortes de cuillers. Avec la première ils prennent le plomb fondu dans la chaudière ; avec la seconde, qui est percée de petits trous, ils écument la matière ; enfin, avec la troisième, qui est ronde et profonde, et dont l'un des points de la circonférence est en forme de bec, ils versent le plomb fondu sur les soudures.

Dossier. C'est le côté de la cuvette qui se trouve appliqué contre le mur.

Ebarber. C'est ôter le sable avec des brosses.

Ecailler le plomb. C'est le mettre en état de recevoir la soudure. Nous avons déjà eu occasion de dire que cette opération avait pour objet d'enlever au plomb la crasse déposée à la superficie, pour que la soudure pût bien s'y fixer.

Ecaillures. Ce sont les pellicules de plomb qu'on enlève avec le grattoir ou avec le ciseau. Lorsqu'elles sont trop sales, on les soumet au raffinage pour les mettre en état d'être refondues.

Echelle de corde ou corde nouée. Gros câble noué de distance en distance, de 16 centimètres en 16 centimètres. A l'une de ses extrémités est attaché un fort crochet de fer qui sert à fixer le câble pour poser les plombs aux tours,

aux clochers, etc. L'ouvrier, assis sur une sellette à laquelle sont attachées deux sangles à crochets, s'y cramponne, de manière que les nœuds tiennent lieu d'échelons; il fait également usage d'étriers en cuir et à crochets, qu'il se fixe aux jambes et à la ceinture, et qu'il cramponne aux nœuds du câble au fur et à mesure qu'il s'élève, afin de prévenir les accidents.

Emboîter. Lorsqu'un tuyau de descente ou de conduite n'est pas d'une seule pièce, on emboîte les diverses parties qui le forment, les unes dans les autres; mais il faut toujours que le tuyau supérieur soit introduit dans le tuyau inférieur pour ne point mettre d'obstacle au courant de l'eau, et pour empêcher qu'elle ne filtre à travers les joints. Quant aux tuyaux de descente, on peut se dispenser de souder les parties emboîtées; mais on doit le faire pour les tuyaux couchés horizontalement.

Emporte-pièce. Instrument tranchant, et fait en croissant, dont on se sert pour mettre à jour les crapaudines des cuvettes.

Eponges mobiles. Planches portatives servant à diminuer les dimensions des tables que l'on coule, et que l'on applique à cet effet contre les rebords du moule.

Equerre. Instrument destiné à tracer les angles droits.

Etain. De tous les métaux ductiles, c'est le plus léger; sa pesanteur spécifique n'est que de 7,264. Après le plomb c'est le plus mou. On peut aussi le rayer avec l'ongle. Lorsqu'il est pur, sa couleur est blanche et brillante, à peu près comme celle de l'argent; mais exposé à l'air, il perd promptement son éclat. Une faible chaleur suffit pour le fondre. Il s'allie avec tous les métaux; mais il les rend aigres et cassants : c'est pourquoi il faut éviter de laisser de la soudure aux vieux plombs que l'on veut refondre.

Etirer. Synonyme d'*étendre*.

Explosion. Lorsque les plombiers ajoutent du plomb à celui qui est déjà fondu, il faut qu'il soit parfaitement sec, car sans cette précaution ils auraient à craindre des explosions dangereuses. Il en est de même de la mixtion des métaux en fusion, plusieurs éclatent s'ils ne sont pas mélangés dans des proportions convenables. Les plombiers doivent, à cet égard, prendre beaucoup de précautions quand ils font des alliages.

Faîtières de plomb. Bandes de plomb qui recouvrent le faîtage d'un toit.

Fausses éponges. Pièces de bois qui se placent dans l'intérieur des moules à tables contre les vraies éponges pour diminuer les dimensions des tables sans être forcé de recourir à un autre moule.

Fer à souder. On ne doit l'appliquer sur la soudure qu'après avoir frotté celle-ci avec de la poix-résine, afin que le fer ne s'y attache pas. Il sert à allier et à unir la soudure. Les fers à souder les nappes, ou les parties arrondies, ont la forme d'un œuf, et ceux pour les angles rentrants ou pour les ornements affectent celle d'un cul de poire, parce qu'ils laissent plus de soudure dans les angles, ce qui est nécessaire pour certains ouvrages.

Forge de plombier. C'est une pierre de liais sur laquelle les plombiers battent le plomb à froid avec des maillets.

Forger le plomb. C'est le frapper avec des masses pour le condenser. Mais cette opération n'a lieu que pour des cas fort rares, et n'est point nécessaire lorsque le plomb a été laminé.

Fossé. Les plombiers ont donné ce nom à un foyer semblable à celui dont nous avons parlé à la page 314, mais qui, au lieu d'être placé en plein air, est situé en contre-bas du sol de l'atelier. On y fond également le plomb, en le plaçant sur un lit de combustible enflammé. Mais dans ce cas il faut établir une cheminée au-dessus, en forme de hotte, pour donner issue à la fumée et aux vapeurs. Il y a en outre, au fond de ce fossé, une poêle en fonte qui rassemble le plomb à mesure que la *fosse* s'épuise.

On donne encore le nom de *fossé* à une petite rigole pratiquée au fond de la couche de sable qui est dans le moule, pour y faire écouler, avec le sable, l'excédant de la matière. Mais aussitôt après que cet excédant y est tombé, il faut le séparer de la table, pour éviter qu'il ne s'oppose au retrait que la matière éprouve en se refroidissant, ce qui pourrait la fendre dans toute la largeur de la table.

Fourgon. Voyez *Attisoir*.

Fourneau. Les plombiers en ont trois : la fosse ; celui qui contient la chaudière, et le fourneau à étamer, qui n'est autre chose qu'un réchaud ordinaire.

Gâches. Crochets de fer en forme de croissant, dont les extrémités sont pointues. On s'en sert pour maintenir les tuyaux de descente contre les murs. On en fait également usage pour enlever le plomb qui tombe dans les *fossés* des

moules, parce qu'on les y implante lorsque la matière est chaude, et on les en détache en la faisant fondre de nouveau.

Graisse. La graisse, la poix-résine, de même que le charbon, peuvent être employés pour revivifier le plomb.

Graisser. Les moules à toile se graissent avec du suif fondu, afin que le plomb puisse mieux glisser et pour empêcher que la toile ne soit brûlée.

Les plombiers doivent aussi en frotter leur plane avant de la passer sur les couches de sable, afin de les rendre plus lisses.

Grattoir. Instrument de fer trempé et saillant, fait en forme de triangle. Les plombiers en font usage pour aviver le plomb aux endroits où l'on doit faire des soudures.

Jé ou *Rotin*. Espèce de sonde en jonc servant à dégager les tuyaux.

Jet. Espèce d'entonnoir qui s'élève au-dessus des moules, et par lequel on introduit le plomb fondu. Le plomb doit se couler dans le moule jusqu'à ce que le jet soit rempli, pour que le poids du plomb qui s'y trouve force celui coulé dans le moule à en remplir toute la capacité.

Jeter le plomb sur toile. C'est le verser dans un moule à table couvert de toile ou d'un drap de laine. Cette manière de jeter le plomb est particulièrement employée par les facteurs d'orgues, parce qu'elle permet de jeter le plomb en lames très-fines.

Labour. Outil servant à remuer le sable du moule à table après l'avoir arrosé. Il est fait à peu près comme une pelle à bêcher.

Labourer le sable. C'est le retourner sens dessus dessous, pour le rafraîchir.

Lames de plomb. Morceaux de plomb extrêmement minces.

Laver. Les cendrées de plomb se lavent dans une sébile remplie d'eau : on les remue, à cet effet, avec une truelle.

Lavoir. C'est un tonneau rempli d'eau.

Levier. On se sert de levier en bois pour enlever les tables de plomb de dessus le moule lorsqu'elles sont refroidies.

Limer. On lime ou l'on râpe les ajoutoirs des jets d'eau, les robinets des fontaines, etc., aux endroits où la soudure doit s'attacher.

Limes. Celles dont les plombiers doivent se servir, sont de grosses limes de serruriers emmanchées comme à l'ordinaire. Lorsqu'on veut polir, on se sert d'un râpe nommée *écouane*,

qui diffère de la lime en ce qu'elle n'est taillée qu'en lignes transversales non coupées et moins profondes; le plomb ne s'y engage pas comme dans les limes ordinaires et surtout comme dans les limes fines ou demi-fines, qui ne pourraient servir qu'un instant.

Lingot. On donne ce nom au plomb qui a été coulé dans une lingotière. Voyez *Saumon.*

Lingotière. Espèce de moule en fer ou en cuivre pour couler les métaux. Ce moule est creux dans le sens de sa longueur, et sert à former des saumons de plomb.

On a aussi donné le nom de *lingotière* à une espèce de gouttière que l'on fixe à l'extrémité des moules à pierre et à toile, pour suppléer aux fosses des moules à sable.

Mâchefer. Matières composées de charbon et de crasses des cendrées de plomb; elles résultent de la fonte. On peut en faire un assez bon mortier en les mélangeant avec de la chaux. Pour en extraire le plomb, on les soumet à une forte température dans un fourneau à réverbère.

Madrier. Longue table de chêne sur laquelle on pose les moules à tuyaux. Ce madrier porte un cric à l'une de ses extrémités; et au-dessous est une ouverture faite en forme de mortaise où l'on suspend ce moule.

Malléable. Se dit d'un corps qui peut s'aplatir, s'étendre sans se rompre sous le marteau ou sous le laminoir.

Marrons. Nom que l'on donne au plomb coagulé et ramassé en pelotons. Ils proviennent de deux causes opposées l'une à l'autre, mais qui produisent cependant le même résultat; 1° de ce que le plomb que l'on coule est trop froid; 2° ou de ce qu'il est trop chaud. Dans le premier cas, il s'amoncèle sur le sable et arrête le râble; dans le second, il le creuse et s'y fixe sans s'étendre. Il faut donc que le plombier s'applique à reconnaître le degré de chaleur qu'il convient de lui donner selon sa qualité.

Masse. Gros marteau de bois avec lequel on forge le plomb.

Mouflettes. Morceaux de bois creusés en dedans, destinés à prendre l'outil appelé *fer à souder,* quand on le retire du feu pour étendre la soudure. Ce n'est, au fond, que la poignée de l'outil coupée en deux dans le sens de la longueur, et que l'on réunit sur la queue du fer toutes les fois qu'on le prend tout chaud pour s'en servir.

Moule. La plupart des moules se font en deux parties, qui se réunissent et se fixent au moyen de clavettes; ils portent tous un *jet,* ou espèce d'entonnoir, par lequel on introduit

la matière. Les moules affectent toutes sortes de formes, selon l'objet que l'on veut avoir.

Le moule à table est celui dont nous avons déjà eu occasion de parler à diverses reprises; et le moule à tuyau est un cylindre creux ouvert par les deux bouts, et au centre duquel est placé le boulon, dont la différence avec l'enveloppe du moule détermine l'épaisseur du plomb que doit avoir le tuyau.

Niveau. Instrument au moyen duquel on peut mesurer le degré de pente que l'on veut donner à une gouttière. On lui donne ordinairement la forme triangulaire. Lorsqu'on veut s'en servir pour dresser un tuyau qui doit être vertical, on place dessus l'un des côtés du triangle sur lequel est une ligne droite partant de la ficelle, et le tuyau est vertical quand la ficelle suit cette ligne du haut en bas. Cette méthode est beaucoup plus sûre que l'usage, que font presque tous les ouvriers, d'un poids suspendu à un fil auquel on a donné le nom de plomb, parce que ce poids est ordinairement de ce métal. (Voyez *plomb-aplomb.*)

Nœud de soudure. On a donné ce nom à la jonction soudée de deux tuyaux, parce que la soudure s'y trouve ramassée en certaine quantité.

Noquet. C'est une bande de plomb que l'on met ordinairement dans les angles rentrants des couvertures, le long des pignons et des jouées de lucarnes.

Ourlet de plomb. Ce sont les rebords de deux lames de plomb repliées l'une dans l'autre, pour remplacer la soudure.

Plane. Instrument semblable à une truelle : il est de cuivre, et sert à lisser et à polir la couche de sable avant que d'y couler le plomb; on peut aussi en faire usage pour couper les bavures des tables aussitôt qu'elles ont été coulées, et pour unir les morceaux de plomb très-minces, dont on fait rarement usage. Pour la chauffer, il suffit de la mettre en contact avec le plomb fondu.

Plomb alquifoux. Nom que les plombiers et les potiers donnent au plomb sulfuré.

Plomb de chef-d'œuvre. C'est le plus étroit et le plus propre à l'usage des pièces d'expériences et des chefs-d'œuvre.

Plomb en culot. Le vieux plomb qui a servi, et qu'on jette à la fonte.

Plomb sulfuré. C'est à peu près le seul plomb et le seul

minerai qui soit un objet d'exploitation : sa pesanteur spécifique est de 7,587 ; il est essentiellement composé de plomb et de soufre, dans le rapport de 0,60 à 0,85 de plomb, sur 0,15 à 0,25 de soufre. Il contient en outre, mais accidentellement, de l'argent, de l'antimoine, etc., dans des proportions très-variables. Le plomb sulfuré est désigné par les potiers de terre, sous le nom d'*alquifoux*. Ils l'emploient dans leurs ouvrages comme vernis; ils en saupoudrent les poteries, les passent ensuite au feu : le soufre passe alors à l'état d'acide sulfureux, se dégage, et le plomb, à l'état d'oxyde, s'unit et se vitrifie avec la substance du vase. Ce vernis est tendre, facilement dissous par les huiles et les graisses, et, par cette raison, réellement nuisible à la santé.

Plomb de vitre. Est du plomb fondu en petits lingots dans une lingotière, et ensuite tiré par verges à deux rainures dans un petit moulin appelé *tire-plomb*. Il sert aux compartiments de plomb que l'on veut souder ensemble.

Planer le plomb. C'est l'unir et le dresser, ce qui se fait avec une plane de cuivre.

Planer le sable. C'est l'unir et le dresser pour le mettre en état de recevoir le plomb. Il faut, pour cela, l'arroser, le labourer et le râbler.

Plomb. Se dit des projectiles de toute espèce fabriqués avec ce métal, mais plus particulièrement du plomb de chasse.

Plomb-aplomb. Ligne droite qui est tendue verticalement par un poids en plomb, dont l'effet est de se diriger toujours vers le centre de la terre.

Plomb blanc. Sorte de plomb sec, aride et sujet à se casser : on le trouve principalement dans les mines d'or et d'argent.

Plomb en table. Celui qui a été fondu et coulé sur une table couverte d'un sable très-mince, d'un lit de pierre ou d'une toile.

Plomb laminé. Celui qui a été pressé également entre deux cylindres, et qui, par cette compression, acquiert une épaisseur parfaitement égale ; qualité que n'a pas le plomb coulé sur sable, dont l'épaisseur est toujours très-inégale.

Plomb noir. Celui que l'on préfère dans les arts.

Plomb de soude. Terme de marine ; pièce conique ou pyramidale attachée par le sommet à une ligne divisée par brasses. On s'en sert soit pour mesurer le fond de la mer, soit pour en connaître la qualité.

Blanc de plomb. Carbonate de plomb, céruse du commerce.

Mine de plomb. Elle sert à faire des crayons pour dessins.

Poêles. La poêle dans laquelle on met le plomb coulé, pour le verser ensuite sur le moule, est en cuivre; elle est évasée par devant comme un éventail ouvert, et son fond est rond, ainsi que ses côtés. On lui donne ordinairement 43 centimètres de diamètre dans la partie supérieure, et 32 centimètres seulement dans le fond.

La *poêle* a fondre le plomb, pour jeter en moule les tuyaux sans soudure, est une espèce de chaudière de fonte large et profonde, soutenue sur un trépied de fer, et maçonnée tout autour avec du plâtre, en forme de fourneau.

La *poêle* à verser le métal, pour couler de petites tables, est aussi de fonte : sa forme est triangulaire; elle est plate en dessous, évasée par en haut, plus longue que large, et garnie par derrière d'une forte queue, au moyen de laquelle on la lève quand on veut verser du plomb.

La *poêle* destinée à être placée au fond de la fosse, pour en rassembler le plomb lorsqu'il s'épuise, a la forme d'une marmite, et est en fonte.

La *poêle ordinaire* est à trois pieds : elle sert à allumer le charbon pour faire chauffer le fer à souder, ou pour fondre la soudure dans une cuiller.

Enfin la *poêle à marrons* est en tôle : elle est percée de plusieurs petits trous ronds, et sert à écumer le plomb lorsqu'il est fondu.

Poignées. Morceaux de vieux chapeaux dont les plombiers doivent se munir pour prendre la plane ou autres objets chauds.

Poix-résine. On en frotte les soudures, pour empêcher que le fer à souder ne s'y attache. Elle sert aussi à revivifier le plomb.

Polastre. **Instrument composé de deux bandes de fer attachées ensemble avec deux clous, et qui s'ouvrent et se ferment à volonté. Cet instrument se pose sur les fractures des tuyaux que l'on veut réparer, pour les sécher, afin que la soudure puisse mieux s'y appliquer; à cet effet, on le remplit de charbons allumés. On appelle aussi *polastre*, le double vase en fer dans lequel on transporte le plomb en fusion.**

Portée* ou *Tampon. **Pièce de cuivre qui entre dans l'intérieur du moule à tuyau continu, pour en boucher l'extrémité, et empêcher que le plomb n'en sorte; elle y reste jusqu'à**

ce qu'il y ait un bout de tuyau fondu; on la retire ensuite, et c'est le tuyau lui-même qui bouche l'extrémité du moule. Un trou est pratiqué à son centre pour laisser passer le bout du boulon, et fixer par là la position qu'il doit avoir dans le moule.

Pureau. Partie de l'ardoise de plomb qui reste à découvert.

Râble. Règle de bois de toute la longueur du moule, aux deux bouts de laquelle sont des entailles dans lesquelles entrent les deux bords du moule. Elle sert à aplanir le sable ou à dresser les tables de plomb lorsqu'on les coule.

Raffinage. C'est l'opération par laquelle on revivifie les parties de plomb decomposées ou oxydées, et qui ne sont plus susceptibles de se fendre.

Rejets. On appelle ainsi le plomb en excédant qui tombe dans les fossés qui sont pratiqués au fond des moules.

Rondelle. Ce sont deux pièces de cuivre rondes qui serrent par les deux bouts le moule où l'on coule les tuyaux sans soudure.

Rondin ou *Mandrin.* Cylindre de bois sur lequel s'arrondissent les tables de plomb dont on veut faire des tuyaux, etc.

Saumon de plomb. On appelle ainsi le morceau de plomb tel qu'il vient de la mine. Les saumons ont ordinairement un mètre de longueur sur un quart de mètre de large, plats d'un côté, arrondis de l'autre; ils pèsent environ 70 kilogrammes, et sont toujours marqués au poinçon des différentes mines d'où on les tire.

Sonde. Instrument pour dégorger : c'est une tringle de fer avec un crochet au bout, ou un plomb en forme de bouchon ou de piston attaché à une ficelle, soit pour enlever, soit pour précipiter les ordures qui engorgent les tuyaux.

La sonde des fontainiers se compose de plusieurs baguettes de fer unies par des anneaux : au bout de cette sonde est un tire-bourre, pour arracher tout ce qui se trouve à son passage.

Tampon. Bouchon de bois plus ou moins gros qu'on adapte à l'orifice du tuyau que l'on veut dégager, de manière à le fermer hermétiquement.

Tire-ligne. Instrument à manche de bois, crochu et tranchant, fait comme une serpette; il sert à tracer sur le plomb l'endroit où il faut le couper.

Toile. On en faisait particulièrement usage autrefois pour

couler le plomb en tables minces; mais depuis que les machines à laminer sont connues, on n'emploie la toile que fort rarement, parce que le laminage par les machines est infiniment plus simple, et supérieur, à de certains égards, en résultats pour les feuilles d'une très-mince épaisseur.

Toutins. Gros cylindres de bois servant à arrondir et à former les tuyaux destinés à la conduite des eaux.

Tonneaux. Les plombiers-raffineurs en font usage pour laver les cendrées, lorsqu'ils ne sont pas à portée de le faire à la rivière. Il en faut quatre : trois pour laver, et un quatrième pour faire suer les cendrées après le lavage.

Tranchet. Instrument propre à couper le plomb.

Tuyaux de conduite. Ce sont les tuyaux que l'on place sous terre pour conduire les eaux d'un endroit à l'autre.

Yeux-de-perdrix. Petites marques qui se trouvent dans l'étain, dont les couleurs varient selon qu'on les regarde, et qui dénotent la bonne qualité du métal.

Zinc. On en fait aujourd'hui des toitures, des clous, des fils, des objets de moulage; on l'emploie à enduire le fer et la fonte pour les préserver de la rouille et de la destruction, on s'en sert au doublage des navires, pour la zincographie, etc. Enfin, c'est un des métaux les plus utiles dans l'industrie et dans les arts.

FIN.

TABLE DES MATIÈRES.

Pages.

PREMIÈRE PARTIE.

DE L'ART DU MÉCANICIEN-FONTAINIER.

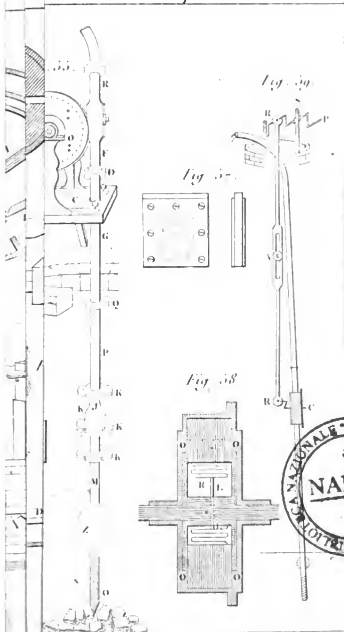
DEUXIÈME PARTIE.

DE L'ART DU MÉCANICIEN-POMPIER.

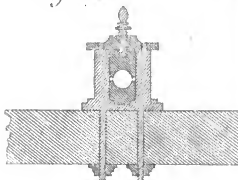
TROISIÈME PARTIE.

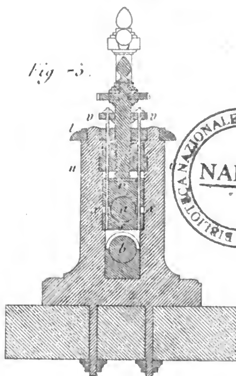
DE L'ART DU PLOMBIER.

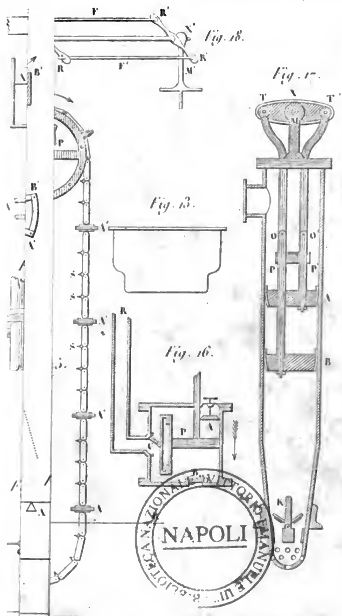
BAR-SUR-SEINE. — IMP. SAILLARD.



Gravé par Guiguet.




v
v
t
u
a
b



Gravé par Guiguet.

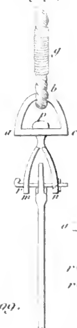
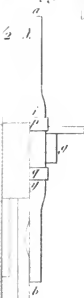

Fig. 94.
g
b
a
c
r
m
n


Fig. 95.
g
b
m


Fig. 93.
a
c


Fig. 97.
r
s


r
s
Fig. 96.


a
i
p
g
q
h

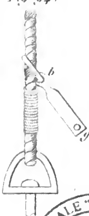
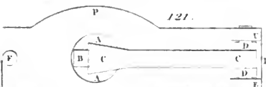
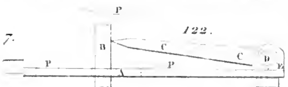

Fig. 94 bis
b
g

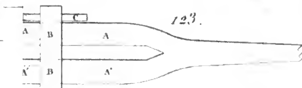

Fig. 94 ter
h

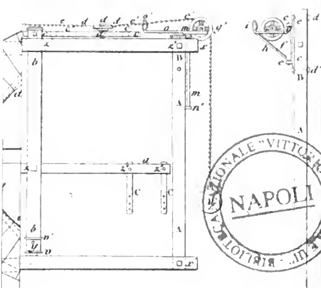



120.
C
C
A
C
C
B


121.
P
A
B
C
A
C
D
D
E
P

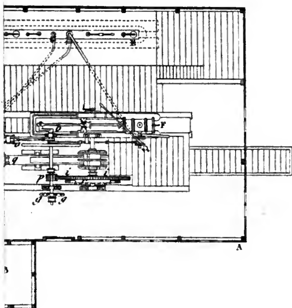

122.
P
B
C
C
D
P
P
E

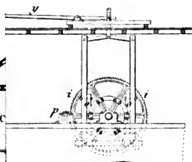

123.
C
A
B
A
A'
B
A'


B
A
m
n'
b
A
C
C
d
b
n'
v


d
B
A
d'

Marlier sc.

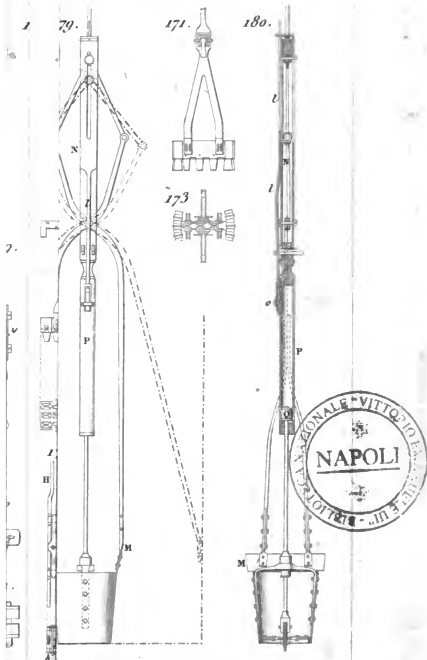

142.


145.



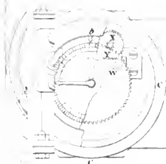

BIBLIOTECA NAZIONALE "VITTORIO EMANUELE III" NAPOLI

Marlier sc.

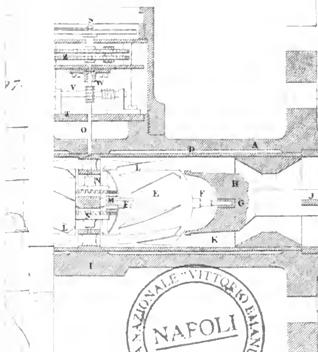


Marlier sc.

101.

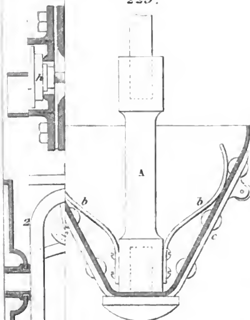


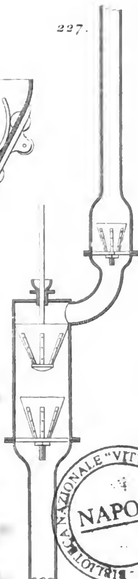
102.

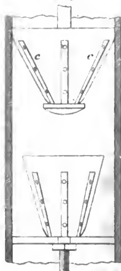




Marlier sc

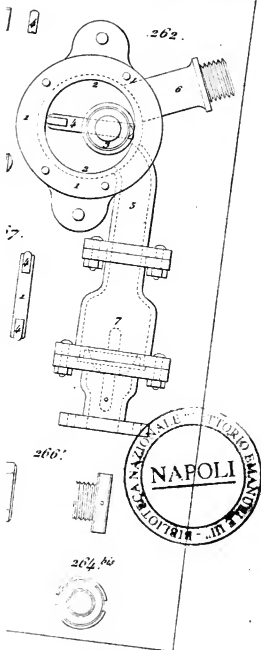


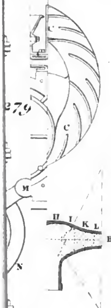


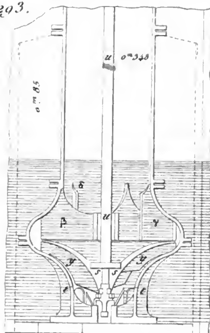


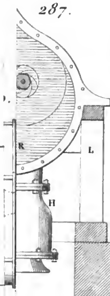


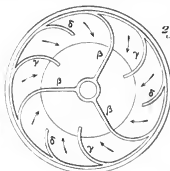
Marlier sc.

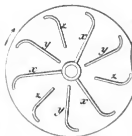

262.
266.
264. bis
Marlier sc.


279
C
M
H
I
K
L
B
N


293.
u
0m 348
0m 85
δ
β
u
γ
y
y
s
s
ε
ε


287.
R
L
R'
H
R

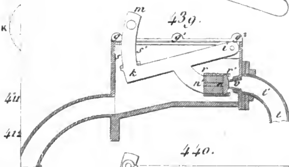

294.
δ
β
γ
γ
β
δ
β
δ
γ


295.
x
y
x
y
x
x
x
y
x

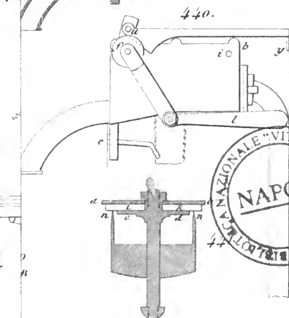


Marlier sc.

438.



440.





Martier sc.



